

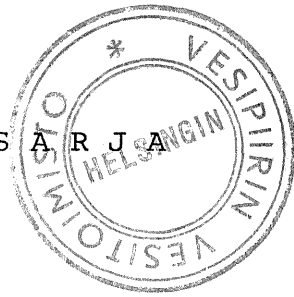
VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1982:147

TEOLLISUUDEN VESIENSUOJELUN
NYKYTILA

Vesiensuojelun tavoiteohjelma-
projektin osaraportti nro 2

V E S I H A L L I T U K S E N M O N I S T E S Ä R J Ä



1982:147

TEOLLISUUDEN VESIENSUOJELUN
NYKYTILA

Vesiensuojelun tavoiteohjelma-
projektin osaraportti nro 2

VESIHALLITUS
Helsinki 1982

Tämä moniste on saatavana
vesihallituksen kirjastosta
Urho Kekkosen katu 4-6 E,
puh. 6951 364

PAINOPIIKKA: vesihallituksen monistamo

S I S Ä L L Y S

sivu

1	JOHDANTO	5
2	METSÄTEOLLISUUS	5
2.1	Toimipaikat, tuotanto ja jätevesikuormitus	5
2.2	Vesiensuojelutoimet metsäteollisuudessa	13
2.21	Prosessitekniset toimet	13
2.22	Jätevesien puhdistustekniikka	15
2.221	Mekaaninen puhdistus	15
2.222	Biologinen puhdistus	16
2.222.1	Ilmastettu lammikko	16
2.222.2	Biologinen suodin	17
2.222.3	Pökilo-prosessi	17
2.222.4	Anaerobinen puhdistus	18
2.223	Kemiallinen puhdistus	18
2.3	Yhteenvedo ja kansainvälinen vertailu	18
2.4	Vesiensuojeluinvestoinnit	19
2.5	Lupavelvoitteet	19
3	KEMIANTEOLLISUUS	20
3.1	Toimipaikat, tuotannot ja jätevesikuormitus	20
3.2	Vesiensuojelutoimet	23
3.3	Vesiensuojeluinvestoinnit	25
3.4	Lupavelvoitteet	26
4	ELINTARVIKETEOLLISUUS	27
4.1	Toimipaikat, tuotanto ja jätevesikuormitus	27
4.2	Vesiensuojelutoimet	32
4.3	Vesiensuojeluinvestoinnit	34
4.4	Lupavelvoitteet	34
5	KAIVANNAIS- JA METALLITEOLLISUUS	36
5.1	Toimipaikat, tuotanto ja jätevesikuormitus	36
5.2	Vesiensuojelutoimet	41
5.3	Vesiensuojeluinvestoinnit	45
5.4	Lupavelvoitteet	45
6	TEKSTIILITEOLLISUUS	47
6.1	Toimipaikat, tuotanto ja jätevesikuormitus	47
6.2	Vesiensuojelutoimet	49
6.3	Vesiensuojeluinvestoinnit	49
6.4	Lupavelvoitteet	49
7	NAHKATEOLLISUUS	51
7.1	Toimipaikat, tuotannot ja jätevesikuormitus	51
7.2	Vesiensuojelutoimet	53
7.3	Vesiensuojeluinvestoinnit	53
7.4	Lupavelvoitteet	55
8	VESIENSUOJELUN TUTKIMUSTARVE	55
8.1	Metsäteollisuus	55
8.11	Tutkimustilanne 1970- ja 1980 lukujen vaihteessa	55
8.12	Kehitysnäkymät ja tutkimustarpeet	57
8.2	Jätevesien käsittelyn tutkimustilanne ja -tarve muun teollisuuden osalta	59
9	TIIVISTELMÄ	63
	LÄHDEKIRJALLISUUS	68

1 JOHDANTO

Vesihallitus on 12.3.1982 asettanut vesiensuojelun tavoite-ohjelmaprojektin. Sen tarkoituksena on tuottaa selvityksiä vesiensuojelun 1980-luvun tavoitteiden ja niiden toteuttamiskeinojen määrittelyä varten. Projektin työryhmät laativat vesiensuojelun eri osa-alueiden nykytilasta ja 1980-luvulla tarpeellisista toimenpiteistä selvityksiä, joiden perusteella vesiasiaain neuvottelukunta laatii valtakunnallisen vesiensuojelun periaateohjelman vuosille 1985-95. Käsillä oleva julkaisu on yhteenveto niistä teollisuuden vesiensuojelun nykytilaa koskevista selvityksistä, joita projektin teollisuusryhmä on laatinut vuoden 1982 kesällä ja syksyllä.

Selvityksen kohteena on ollut kuusi runsaasti vesistöjä kuormittavaa teollisuudenalaa: metsäteollisuus, kemian teollisuus, kaivannais- ja metalliteollisuus, tekstiiliteollisuus ja nahka- ja turkisteollisuus. Julkaisussa tarkastellaan näiden teollisuudenalojen tuotantokapasiteetin ja vesistön kuormituksen kehittymistä 1970-luvulla. Toteutetut vesiensuojelutoimet kuvataan yleispiirteisesti ja esitetään niiden toteuttamisen kustannukset. Edelleen kuvataan jäteveden johtamisluvan myöntämisessä noudatettuja perusteita ja käytäntöä sekä tässä suhteessa tapahtuneita muutoksia 1970-luvulla. Tutkimustarvetta eri teollisuusaloilla on myös kartoitettu selvittämällä vesiensuojelutoimien toteuttamista rajoittaneita tiedollisia puutteita.

Teollisuuden vesiensuojelun nykytilaa ja kehitystä 1970-luvulla tarkastellaan lähinnä tekniseltä kannalta. Teollisuuden aiheuttamia vesistövaikutuksia ei käsitellä eikä myöskään arvioida vesiensuojelukustannusten rasittavuutta, koska ne ovat selvitetävänä toisissa projektiryhmissä.

Julkaisun pohjana olevien osaselvitysten laatimiseen ovat osallistuneet seuraavat henkilöt: Emilie Enckell-Sarkola, Saara Isännäinen, Airi Karvonen ja Kalle Noukka teollisuustoimistosta sekä Juhani Junna teknillisestä tutkimustoimistosta.

2 METSÄTEOLLISUUS

2.1 TOIMIPAIKAT, TUOTANTO JA JÄTEVESIKUORMITUS

Metsäteollisuus on maamme talouselämän moottori ja suurin vientitulojen hankkija. Suomen viennin arvo vuonna 1980 oli 52 793 miljoonaa markkaa, josta metsäteollisuuden osuus oli 42,4 %. Laskelmien mukaan puolet ulkomaankaupan nettovaluuttatuloista ansaitaan metsäteollisuustuotteilla.

Vesiensuojelun kannalta merkittävä on erityisesti kemiallinen metsäteollisuus, jonka viennin arvo vuonna 1980 oli 15 303 miljoonaa markkaa vastaten noin 68 % metsäteollisuutemme koko viennistä ja noin 29 % maamme koko viennistä.

Kemiallinen metsäteollisuus työllisti v. 1981 välittömästi 43 000 henkilöä ja kertaantuminen huomioon ottaen 259 000 henkilöä.

Metsäteollisuus on avainasemassa myös vesiensuojelun suhteen. Vaikka kuormitusta onkin erilaisin toimenpitein saatu 1970-luvulla supistettua, on metsäteollisuus edelleen vesistöjen ylivoimaisesti suurin kuormittaja.

Kuvassa 2.1 on esitetty kemiallisen metsäteollisuuden tuotanto vuosina 1960-1980. Samalla kun tuotantomäärät yleisesti ottaen ovat lisääntyneet, on eräiden tuotteiden kohdalla tapahtunut taantumista. Huomattavin näistä taantuvista tuotteista on sulfiittisellu. Kun sulfiittisellun tuotantokapasiteetti vuonna 1970 oli 1 566 000 t, oli se enää 965 000 t vuonna 1980. Kaikkiaan on 1970-luvulla 8 sulfiittitehdasta lopettanut toimintansa. Toinen merkittävä taantuva tuote on kuitulevy. Vuoden 1970 kuitulevyn tuotantokapasiteetti oli 260 000 t ja vuonna 1980 se oli enää 230 700 t. Kolmas taantuva tuote on fluting-kartonki, jonka tuotantokapasiteetti vuonna 1970 oli 335 000 t ja vuonna 1980 enää 295 000 t. Myös valkaisuomattoman sulfaattisellun tuotantokapasiteetti on laskenut vuoden 1970 1 317 000 t:sta vuoden 1980 1 232 500 t:iin samalla kun useat tehtaot ovat ryhtyneet valmistamaan valkaistua sellua.

Sen sijaan valkaistun sulfaattisellun tuotantokapasiteetti on merkittävästi noussut ollen vuonna 1970 1 664 000 t ja vuonna 1980 2 900 000 t. Muita huomattavasti kehittyneitä tuotteita ovat puuvapaa ja puupitoinen paperi, joiden tuotantokapasiteetit vuonna 1970 olivat 971 800 t ja 2 335 000 t ja vastaavasti 1 363 000 t ja 3 737 000 t. Myös puuvapaan kartongin tuotantokapasiteetti on lisääntynyt vuoden 1970 620 000 t:sta vuoden 1980 828 000 t:iin.

Tuotteita, joiden valmistus on säilynyt suunnilleen ennallaan ovat myyntihioke ja puupitoinen kartonki. Kokonaan uusi tuote on uusiomassa, jonka valmistuskapasiteetti vuonna 1980 oli 60 000 t (myyntiin tarkoitettu massa). Uusi tuote on myös kuumahierre (TMP).

Taulukossa 2.1 on esitetty kemiallisen metsäteollisuuden toimipaikat, tuotantokapasiteetti ja jätevesikuormitus (BOD_7) vuonna 1980. Toimipaikkoja on kaikkiaan 56 eli puolilla maata (kuva 2.2). Näistä 28 muodostaa merkittävän jätevesikuormituslähteen (BOD_7 yli 10 t/d). Asukasvastinelukuna metsäteollisuuden BOD_7 -kuormitus vastaa 13 milj. asukasta.

Kuvassa 2.3 on esitetty jätevesikuormituksen kehitys vesistöalueittain vuodesta 1972 vuoteen 1980. Voidaan todeta kuormituksen merkittävästi keventyneen 1970-luvulla. Se, että vuoden 1976 kuormitusluvut paikoitellen ovat pienempiä kuin vuoden 1980 vastaavat luvut, johtuu lamasta vuonna 1976, kun taas 1980 oli suhdanteiden puolesta hyvä vuosi, jolloin tuotanto ja myös kuormitukset olivat huipussaan.

Taulukko 2.1 Vesiensuojelun kannalta merkittävät
metsäteollisuuden laitokset v. 1980

A. BOD₇ > 20 t/d

	Tehdas	Tuote	Kapasiteetti, t/a
7.	Enso-Gutzeit Oy, Kaukopää	Valkaistu sulfaatti Puuvapaa paperi Puuvapaa kartonki	450 000 32 000 420 000
11.	Enso-Gutzeit Oy, Tainionkoski	Vstu ja vton sulfaatti Puuvapaa paperi Puuvapaa kartonki	220 000 19 000 110 000
16.	Kajaani Oy, Kajaani	Valkaistu sulfiitti Puupit. paperi	120 000 250 000
19.	Kemi Oy, Kemi	Vstu ja vton sulfaatti Puuvapaa kartonki	145 000 230 000
24.	Kymi Kymmene Oy, Kuusanniemi	Valkaistu sulfaatti	320 000
29.	Metsäliiton Teollisuus Oy, Äänekoski	Valkaistu sulfaatti Valkaistu sulfiitti Puupit. paperi Puupit. kartonki	125 000 60 000 35 000 50 000
31.	Oy Nokia Ab, Nokia	Valkaistu sulfiitti Puupit. paperi	110 000 96 000
33.	Oulu Osakeyhtiö, Oulu	Valkaistu sulfaatti	280 000
34.	Rauma-Repola Oy, Rauma	Liukosellu Puupit. paperi	160 000 440 000
37.	Oy Wilh. Schauman Ab, Pietersaari	Vstu ja vton sulfaatti Puuvapaa paperi	415 000 135 000
40.	G.A.Serlachius Oy, Lielähti	Liukosellu	100 000
41.	G.A.Serlachius Oy, Mänttä	Valkaistu sulfiitti Puuvapaa paperi	130 000 120 000
44.	Sunila Oy, Karhula	Valkaistu sulfaatti	240 000
50.	Veitsiluoto Oy, Veitsiluoto	Valkaistu sulfaatti Puupit. paperi	240 000 430 000
56.	Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Tervasaari	Valkaisematon sulfaatti Valkaisematon sulfiitti Puuvapaa paperi	190 000 80 000 190 000

Taulukko 2.1 (jatkoa)

B. 5 t/d < BOD₇ < 20 t/d

Tehdas	Tuote	Kapasiteetti, t/a
3. A.Ahlström Oy, Pihlava	Kuitulevy	68 700
4. A.Ahlström Oy, Varkaus	Valkaistu sulfaatti	120 000
	Puupit. paperi	380 000
	Puuvapaa kartonki	30 000
8. Enso-Gutzeit Oy, Kotka	Valkaisematon sulfaatti	180 000
	Puuvapaa paperi	170 000
10. Enso-Gutzeit Oy, Summa	Puupit. paperi	336 000
12. Enso-Gutzeit Oy, Uimaharju	Valkaistu sulfaatti	110 000
14. Joutseno-Pulp Oy, Joutseno	Valkaistu sulfaatti	245 000
17. Kajaani Oy, Toppila	Valkaisematon sulfiitti	80 000
18. Oy Kaukas Ab, Lappeenranta	Valkaistu sulfaatti	300 000
	Puupit. paperi	160 000
21. Keski-Suomen Selluloosa Oy, Lievestuore	Liukosellu	55 000
25. Kymi Kymmene Oy, Voikkaa	Puupit. paperi	346 000
27. Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskinen	Valkaistu sulfaatti	280 000
30. Myllykoski Oy, Myllykoski	Puupit. paperi	360 000
35. Oy W.Rosenlew Ab, Pori	Valkaisematon sulfaatti	82 500
	Puuvapaa paperi	85 000
36. Savon Sellu Oy, Kuopio	Fluting kartonki	150 000
38. Oy Wilh. Schauman Ab, Savonlinna	Kuitulevy	53 000
45. Oy Tampella Ab, Anjala	Puupit. paperi	140 000
46. Oy Tampella Ab, Heinola	Fluting kartonki	145 000
49. Veitsiluoto Oy, Kemijärvi	Valkaistu sulfaatti	150 000
52. Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Jämsänkoski	Valkaistu sulfiitti	75 000
	Puuvapaa paperi	120 000
53. Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Kaipola	Puupit. paperi	432 000

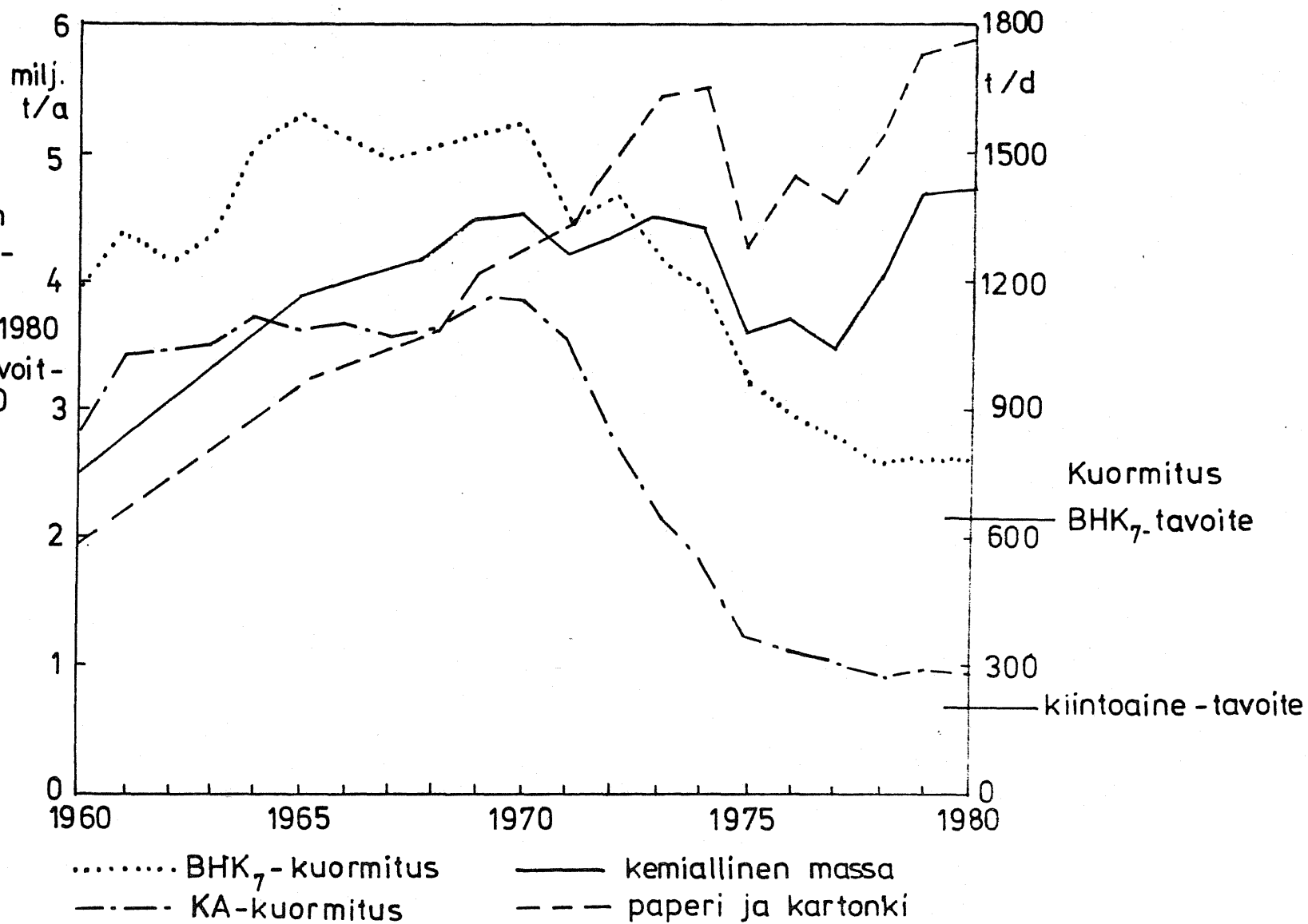
Taulukko 2.1 (jatkoa)

C. BOD₇ < 5 t/d

Tehdas	Tuote	Kapasiteetti, t/a
1. A.Ahlström Oy, Karhula	Puuvapaa kartonki	33 000
2. A.Ahlström Oy, Kauttua	Puuvapaa paperi	57 000
5. Enso-Gutzeit Oy, Heinola	Kuitulevy	50 000
6. Enso-Gutzeit Oy, Karhula	Kuitulevy	45 000
9. Enso-Gutzeit Oy, Pankakoski	Puupit. kartonki	60 000
13. Oy Hackman Ab, Joutseno	Kuitulevy	14 000
15. Joutseno-Pulp Oy, Lohja	Puuvapaa paperi	60 000
20. Keräyskuitu Oy, Kotka	Uusiomassa	60 000
22. Kymi Kymmene Oy, Juankoski	Puupit. paperi	35 000
23. Kymi Kymmene Oy, Kuusankoski	Puuvapaa paperi	210 000
26. Oy Kyro Ab, Kyröskoski	Puupit. paperi Puupit. kartonki	72 000 62 000
28. Metsäliiton Teollisuus Oy, Kirkniemi	Puupit. paperi	230 000
32. Näsijärvi Oy, Tampere	Puuvapaa kartonki	5 000
39. G.A.Serlachius Oy, Kangas	Puuvapaa paperi	105 000
42. G.A.Serlachius Oy, Tako	Puupit. kartonki	124 000
43. Oy Stockfors Ab, Pyhtää	Hioke	55 000
47. Oy Tampella Ab, Inkeroinen	Puupit. kartonki	110 000
48. Tervakoski Oy, Tervakoski	Puuvapaa paperi	42 000
51. Vääräkoski Oy, Ähtäri	Puupit. kartonki	4 000
54. Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Kotka	Puuvapaa paperi	18 000
55. Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Simpele	Puupit. paperi Puupit. kartonki	30 000 80 000

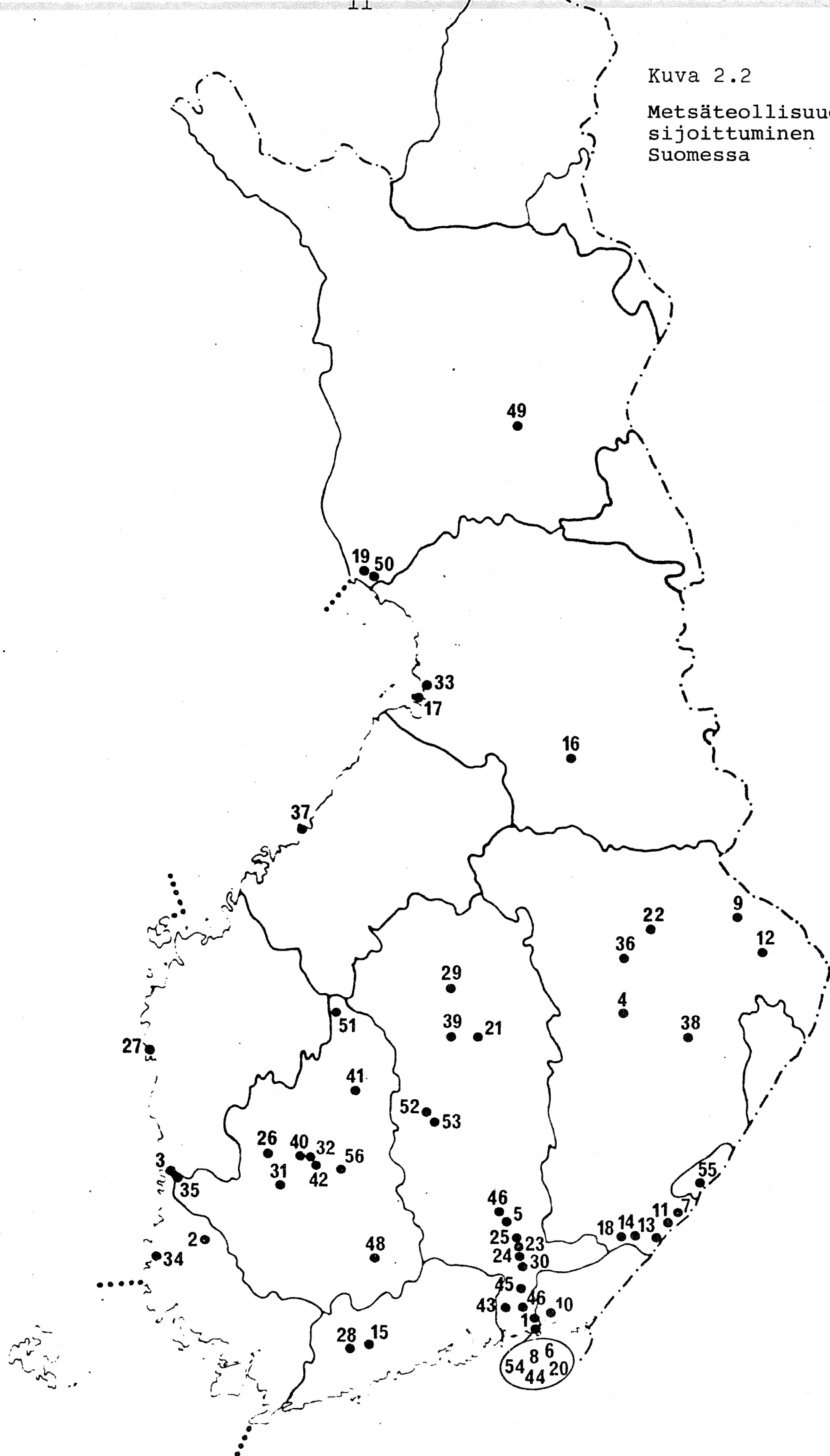
Kuva 2.1
Metsäteollisuuden
tuotanto ja kiinto-
aine -ja BHK₇-
kuormitus v.1960-1980
sekä kuormitustavoit-
teet vuodelle 1980

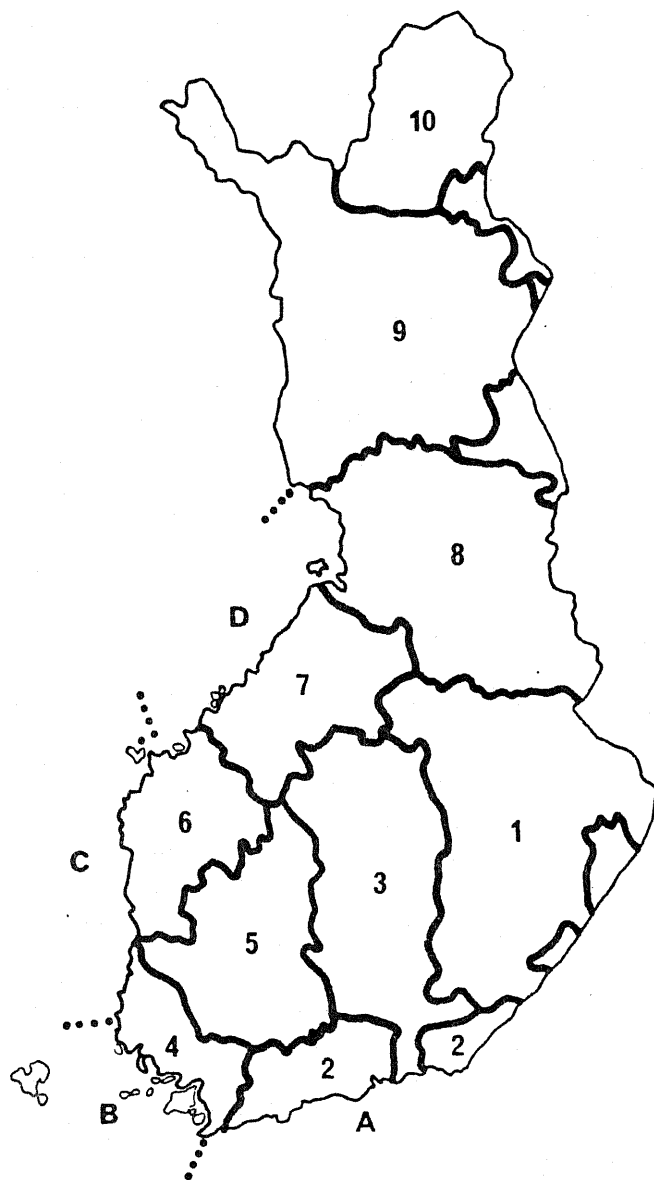
Tuotanto



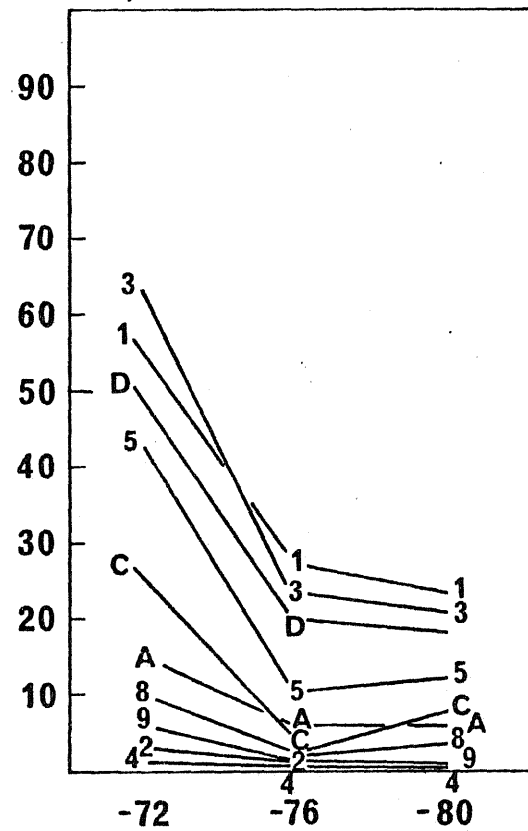
Kuva 2.2

Metsäteollisuuden
sijoittuminen
Suomessa





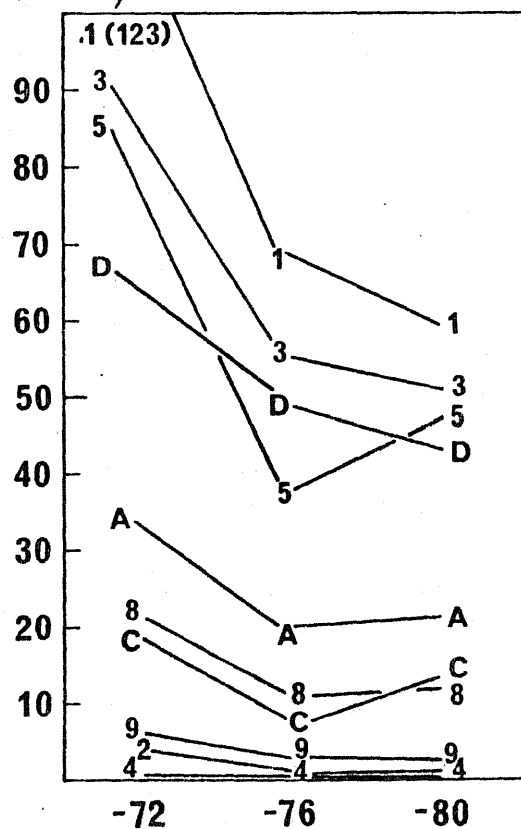
Kiintoaine
(1000 t/a)



Kuva 2.3

Metsäteollisuuden jäte-
vesipäästöt alueittain

BOD₇
(1000 t/a)



2.2 VESIENSUOJELUTOIMET METSÄTEOLLISUUDESSA

2.21 Prosessitekniset toimet

Kehittämällä asianmukaisesti tuotantoprosessia on jätevesikuormitusta mahdollista keventää. Seuraavassa käsitellään lyhyesti erilaisia prosessimuutoksia, joita nykytekniikka mahdollistaa ja joita jo 1970-luvulla metsäteollisuus on varsin yleisesti ottanut käyttöön. Päästöt ovat peräisin puun käsittelystä massan valmistuksesta sekä paperin ja kartongin valmistuksesta.

Puunkäsittely

Puunkäsittelyssä merkittävin toimenpide on puiden kuivakuorinta. Siirtyminen märkäkuorinnasta kuivakuorintaan ei minimi-tapauksessa vähennä jätevesimäärää, jota molemmissa tapauksissa on noin $0,3 \text{ m}^3 / \text{k-m}^3$ puuta, mutta BOD_7 pienenee märkäkuorinnan arvosta $0,7 - 1,5 \text{ kg BOD}_7 / \text{k-m}^3$ arvoon $0,2 - 0,5 \text{ kg BOD}_7 / \text{k-m}^3$.

Massan valmistus

Sellun valmistuksessa tärkeimpiä vesiensuojelutoimenpiteitä on jäteliuoksen talteenottoasteen nosto. Liuenneen aineksen eli sulfaattitehtaiden mustalipeän talteenottoaste on vanhemmissa tehtaissa $96 - 98 \%$. Uusimmalla tekniikalla päästään $98 - 99 \%$:n talteenottoasteeseen. Sulfiittitehtaissa talteenottoaste on alhaisempi, vanhemmissa tehtaissa noin 85% . Uusimmalla tekniikalla päästään noin 95% :n talteenottoasteeseen.

Sulfaattisellun keitossa ja mustalipeän haihdutuksessa syntyy pahanhajuisia ja osin myrkyllisiä lauhteita. Lauhteet sisältävät erilaisia rikkiyhdisteitä, kuten metylmerkaptania, dimetylsulfidia ja rikkivetyä. Lisäksi lauhteissa on terpeenejä ja metanolia. Tehokas keino lauhteiden käsittelemiseksi on niiden strippaus höyryllä. Käyttämällä riittävästi höyryä saadaan rikkiyhdisteet poistetuksi kokonaan ja noin 90% metanolista. Stripatut kaasut poltetaan joko erillisessä uunissa tai meesauunissa.

Sellutehtaan kokonaispäästöt vesistöihin voidaan jakaa prosessipäästöihin ja tilapäisiin vuotoihin ja ylijuuksuihin. Tutkimukset ovat osoittaneet, että $20-70 \%$ tehtaan kokonaispäästöistä on tilapäisiä vuotoja ja ylijuuksuja. Kun prosessipäästöt vähenvät parempien laitteistojen ansiosta, tilapäispäästöjen suhteellinen merkitys kasvaa. Tilapäispäästöt voidaan luokitella päästön aiheuttajan mukaan:

- rikkoutunut laitteisto
- inhimillinen tekijä
- virheellinen prosessin säätöstrategia.

Yleisesti voidaan otaksua, että virheellinen prosessin säätöstrategia aiheuttaa suurimmat tilapäispäästöt.

On kaksi toimenpidetasoa säätää ja vähentää tilapäispäästöjä:

- päästöjen vesistöön joutumisen estäminen
- päästöjen esiintymisen ehkäisy.

Ensimmäinen taso on luonteeltaan konkreettinen. Päästöt kerätään johonkin pisteeseen prosessissa ja palautetaan.

Toinen toimenpidetaso on enemmänkin organisaatio-, valvonta-, priorisointi- ja koulutuskysymys. Tähän sisältyy tuotannon suunnittelu, ehkäisevä kunnossapito, puskurikapasiteettien oikea käyttö, perusteellinen prosessin tarkistaminen ja päästölähteiden eliminointi, missä vain mahdollista, jatkuva päästöjen seuraaminen, korvauskemikaalien kulutuksen seuraaminen ja henkilökunnan kouluttaminen.

Sellutehtaan vedenkulutuksen vähentämisessä on massan lajittelulla keskeinen merkitys. Konventionaalinen lajittelun vedenkulutus on verraten runsas. Jätevedet sisältävät liuenneita aineita, kuituja ja lajittelu-rejektejä. Jotta vesiensuojelukustannuksia voitaisiin vähentää, on useimmissa tapauksissa edullista vähentää kierto-vesiylijuoksun määrää tai täysin sulkea lajittamon vesikierron.

Suljetussa lajittelujärjestelmässä lajittelun jälkeinen sakeutin korvataan pesusuotimella. Suodosta käytetään laimentamaan lajitteluun tulevaa sulppua ja ylimäärä käytetään pesunesteenä itse pesemössä. Tällä sulkemisella voidaan jätevesikuormitusta vähentää.

Nykyaikaisen sulfaattitehtaan suurin kuormituslähde on sellun valkaisimo. On periaatteessa kolme tapaa vähentää valkaisimon päästöjä:

- osittainen tai täydellinen kierrätys kemikaalien talteenotto-systeemiin, jolloin orgaaninen aines poltetaan
- jätevesien ulkoinen käsittely orgaanisen aineen vähentämiseksi
- sellaisten kemikaalien käyttö valkaisussa, jotka aiheuttavat vähemmän epäpuhtauksia

Valkaisujätevesien kierrätyksestä kemikaalien talteenottosysteemiin ehkäisee jätevesien korkea kloridipitoisuus. Kloridit aiheuttavat korroosiota, joka on pelätty ilmiö erityisesti tehtaan korkeapainoisessa höyrykattilassa, jossa jäteliuos poltetaan. Jätevedet happivalkaisusta ja ensimmäisestä alkalivaiheesta voidaan palauttaa ilman, että kloridimäärät haitallisesti lisääntyisivät.

Valkaisujätevesien kierrätyksellä itse valkaisussa voidaan käsiteltävien jätevesien määrää olennaisesti vähentää. Systemin sulkeminen vähentää myös sellun lämmitykseen tarvittavan lämpöenergian tarvetta. Systemin sulkeminen aiheuttaa todennäköisesti pienemmän BOD- ja värikuormituksen. Kuituhäviöiden voidaan odottaa myös vähenevän.

Paperin ja kartongin valmistus

Paperin ja kartongin valmistuksessa syntyy prosessiveden ylijäämä, joka sisältää erilaisia jäteaineita sekä kiinteässä että liuenneessa olomuodossa. Kun ylimääräinen prosessivesi poistuu itse prosessista vesistöön, kulkee se ulkoisen puhdistuksen läpi. Kuitenkin sekä jätevesimääriä että jäteainemääriä voidaan vähentää suuresti sulkemalla itse prosessia.

Systemin sulkeminen voidaan viedä niin pitkälle, että tulee ongelmia käyttöhäiriöinä ja tuotteen laadun huononemisenä johtuen eri aineiden rikastumisesta kierto-vesisysteemiin.

Tästä syystä on olemassa optimaalinen kullekin tehtaalle ominainen jätevesien kierrätysaste. Valinta kuormituksen vähentämismenetelmien välillä voidaan joutua tekemään hyvin-kin erilaisissa olosuhteissa, sillä paperin ja kartongin valmistusprosesseja on useita, tehtaot ovat eri kokoisia, uusia tai vanhoja, integroituja ja integroimattomia, eri tehtaoiden jätevesien laatu ja määrä sekä asetetut kuormitusrajat poikkeavat huomattavasti toisistaan. Kuormituksen vähentäminen on taloudellisesti edullisinta suorittaa siten, että kierto-vesijärjestelmä suljetaan tiettyyn sulkemisasteeseen saakka ja jäljelle jäävä jätevesi puhdistetaan ennen vesistöön johtamista.

2.22 J ä t e v e s i e n p u h d i s t u s t e k n i i k k a

2.221 Mekaaninen puhdistus

Suomen metsäteollisuuden jätevesien mekaaninen puhdistus perustuu tällä hetkellä lähes yksinomaan selkeytykseen. Vuonna 1979 oli 43 tehtaota yhteydessä toiminnassa 71 selkeytintä. Niistä 36 oli sellu-, paperi- tai kartonkitehtaoiden kuitupitoisten jätevesien selkeytintä, 16 kuorimoselkeytintä ja 19 seka-allasta, joissa käsitellään sekä kuitu- että kuorimojätevesiä. Tilanne ei liene oleellisesti muuttunut tähän hetkeen verrattuna.

Vallitsevina allastyyppeinä ovat pyöreät pysty- ja kontaktiselkeytysaltaat. Vaakaselkeyttimiä on vain muutama. Mitoitus-pintakuormat vaihtelevat 0,5 - 2,4 m/h. Altaiden nykyinen kuormitus on vain muutamaa poikkeusta lukuunottamatta suunniteltua hydraulista kuormitusta pienempi.

Apukemikaaleja käytetään puhdistuksen tehostamiseen noin kymmenessä tapauksessa. Kysymys on yleensä niistä paperitehtaista, joissa liete voidaan palauttaa prosessiin.

Sitran TESI-projektin yhteydessä tehtiin selvitys mekaanisen selkeytyksen puhdistustehosta. Taulukossa 2.2 on esitetty puhdistustuloksia tuotantoaloittain.

Kiintoaineen ohella voidaan selkeytyksellä vähentää jonkin verran myös muita vesistölle haitallisia yhdisteitä. Tavallisesti biologisen hapenkulutuksen ja ravinteiden osalta vähennemät vaihtelevat 10-40 % tuotannon alasta riippuen.

Selkeyttimestä saatavan lietteen kuiva-ainepitoisuus on noin 1-5 %, joka paperitehtailla voidaan usein palauttaa prosessiin. Muissa tapauksissa liete kuivataan 20-40 % kuiva-ainepitoisuuden ja useimmiten viedään kaatopaikalle. Lietteiden poltto on harvinaista. Eräissä tapauksissa kuorimojäteliete poltetaan yhdessä kuorimossa syntyvän kuorimojätteen kanssa. Polttaminen edellyttää vähintään 40 % kuiva-ainepitoisuutta.

Taulukko 2.2. Metsäteollisuusjätevesien selkeyttimien toiminta Suomessa v. 1978 (keskiarvot suluissa).

Tuotannonala	Selkeyttimien lukumäärä	Pintakuorma m/h	Lähtevä kiintoaine mg/l	Kiintoainereduktio %
1. Kuorimo	16	0,3 - 1,6 (0,8)	30 - 1470 (413)	39 - 94 (74)
2. Paperi (ja/tai kartonki)	18	0,4 - 2,0 (0,8)	8 - 144 (58)	60 - 99 (80)
3. Paperi + kuorimo	5	0,4 - 2,3 (1,0)	134 - 490 (247)	58 - 90 (81)
4. Sulfaattisellu	8	0,5 - 1,5) (0,9)	21 - 97 (41)	0 - 86 (59)
5. Sulfaattisellu + paperi	6	0,4 - 1,7 (1,0)	28 - 46 (39)	76 - 87 (81)
6. Sulfaattisellu + kuorimo	2	0,7 - 0,7 (0,7)	110	82; 86 (84)
7. Sulfaattisellu + paperi + kuorimo	2	0,7 - 0,3 (0,5)	50; 225 (138)	88; 85 (87)
8. Sulfiittisellu	1	0,5	63	85
9. Sulfiittisellu + paperi	2	0,8	25	85
10. Sulfiittisellu + kuorimo	1	1,1	27	89
11. Sulfiittisellu + paperi + kuorimo	6	0,5 - 1,2 (0,8)	30 - 118 (66)	72 - 91 (82)

Kiintoainereduktioarvon aritmeettinen keskiarvo oli kaikki selkeyttimet mukaan luettuna 77 %.

2.222 Biologinen puhdistus

2.222.1 Ilmastettu lammikko

Suomessa on tällä hetkellä käytössä kuusi biologista ilmastettua lammikkoa. Neljä näistä on tehty meren- tai järvenlahdesta patoamalla. Kahdessa tapauksessa on lammikot rakennettu pääosin kaivamalla, mikä on edellyttänyt laajoja rakennustöitä. Neljässä lammikossa on pintailmastimet, kahdessa pohjailmastimet.

Jätevesien esikäsittelyyn kuuluu kaikissa tapauksissa kiintoaineen erotukseen tarkoitetut selkeytysaltaat. Kolmessa tapauksessa jätevesiä neutraloidaan kaikilla. Ravinteita ei lisätä mihinkään lammikkoon jatkuvasti; kokeiluja on tehty jonkin verran.

Lammikoiden toimintaa selvitettiin Sitran TESI-projektissa vuoden 1980 tulosten perusteella. Taulukossa 2.3 on esitetty keskimääräisiä puhdistustuloksia orgaanisen aineen suhteen tehtäittäin.

Taulukko 2.3. Ilmastettujen lammikkojen puhdistusteho BHK₇:n suhteen v. 1980 tulosten perusteella

	Viipy- mä		BHK ₇ -poisto	pH (kk-keski- arvot)	Ravinteet BHK ₇ :N:P	Lämpö- tila °C
	d		%			
A.Ahlström Oy Varkaus	kesä 6		55 - 70 (sellun käyn- tiinajovaihe)	6,3-6,8	100:1,6:0,20	20-32
A.Ahlström Oy Pihlava	talvi 12 kesä		30-35 25-30	3,9-4,5	100:0,46:0,15	2 21
Oy Kaukas Ab Lappeenranta	talvi 1,5 kesä		25-30 30-35	4,5-9,8	100:1,7:0,34	13 27
Oy Metsä- Botnia Kaskinen	talvi 14 kesä		n. 40 50-55	4,8-6,6	100:1,8:0,72	15 28
Oy Tampella Ab Anjalan pap.	talvi 3,5 kesä n. 50		15-20	4,9-5,9	100:1,6:0,40	- -
Veitsiluoto Oy Kemijärvi	talvi 26 kesä		30-40 65-75	2,8-5,8	100:1,3:0,33	4 19

Puhdistusteho on talvella huomattavasti huonompi kuin kesällä, mikä johtuu biologisten reaktionopeuksien pienenemisestä talvisaikana. Toimivuusselvitystä tehtäessä puolet altaista oli käynnistysvaiheessa, joten käytännön kokemuksia toimivuudesta oli käytettävissä verraten vähän.

Kiintoainepitoisuudet yleensä lisääntyvät käytettäessä ilmastettua lammikkoa. Kovin tarkkoja selvityksiä ei ole tehty. Metsä-Botnian tarkkailuarvojen mukaan kiintoaineen lisäys poistuvassa jätevedessä on noin 0,3 kg poistettua BHK₇-kiloa kohden. Lammikkopuhdistuksen tehoa akuutin toksisuuden poistossa pidetään hyvänä.

2.222.2 Biologinen suodin

Biologinen suodin on Suomessa käytössä kahdella tehtaalla (Enso-Gutzeit Oy:n Uimaharjun sulfaattisellutehdas ja Oy Stockfors Ab:n hiomo). Ensimmäisessä tapauksessa kyseessä on kuoritäyteinen suodin, jota käytetään likaislauhteiden puhdistamiseen (Enso-Biox).

Enso-Biox -systeemiin kuuluu kaksi suodatinta, nestesuodatin ja kaasusuodatin (kuivasuodatin). Uimaharjun nestesuodattimien hydraulinen kuormitus on noin 0,8-1,0 m³/kuori-m³.d. BHK₇-reduktio on noin 60 %. Kokonaishajurikin puhdistumisaste on yli 90 %.

2.222.3 Pekilo-prosessi

Kyseessä on biologinen puhdistusmenetelmä, jossa erityisesti tähdätään syntyvän biomassan talteenottoon tuotteena. Tämä prosessi on toteutettu G.A. Serlachius Oy:n Mäntän tehtailla, jossa odotetaan sen pudottavan jätevesikuormitusta tasolta 100 kg BOD₇/ts tasolle 65 kg BOD₇/ts.

2.222.4 Anaerobinen puhdistus

Anaerobinen puhdistus on tällä hetkellä intensiivisen tutkimus- ja tuotekehitystyön kohteena. Täysmittakaavaisia laitoksia on kuitenkin maailmalla vasta muutama.

Täysmittakaavalaitoksena voitaneen pitää Oy Wilh. Schauman Ab:n Pietarsaaren tehtaalla olevaa koelaitosta (Enso-Fenox). Puhdistamoon, joka käsittää anaerobisen leijukerrosreaktorin ja anerobisen suotimen, johdetaan valkaisujätevesiä.

Laboratoriotutkimusten perusteella systeemillä odotetaan päästävän kloorifenolien poistossa noin 70-80 % vähenemään ja orgaanisen aineen poistossa (BHK₇) noin 50-60 % vähenemään. Kloorifenolien poisto tapahtuu anaerobisessa osassa, kun taas orgaanisen aineen poisto tapahtuu lähinnä aerobisessa suotimessa.

2.223 Kemiallinen puhdistus

Apukemikaalien käyttö eroaa varsinaisesta kemiallisesta puhdistuksesta siten, että syötettävien kemikaalien määrä on pienempi eikä niiden käyttö edellytä suurten syöttö- ja varastointilaitteiden rakentamista eikä pH-säästöä.

Apukemikaaleja käytetään kymmenkunnalla paperitehtaan selkeyttämöllä. Paperitehtaan jätevedet sisältävät itsessään saostavia kemikaaleja, joten lisäystarve saattaa jäädä pieneksi, jos löydetään sopiva kemikaaliyhdistelmä (epäorgaaninen/orgaaninen). Paperitehtaiden selkeyttimissä päästään tällöin yli 90 % kiintoaineväheneisiin.

Varsinaisia kemiallisia saostuslaitoksia ei Suomessa ole tällä hetkellä käytössä. Useimmat rakennetut selkeyttimet soveltuvat myös kemialliseen saostukseen, joten siihen voitaisiin ryhtyä ilman suurempia lisäinvestointeja.

Tutkimusten ja eräiden ulkomaisten täysmittakaavalaitosten perusteella voidaan puhdistustehon arvioida olevan BHK₇:n suhteen noin 30-60 %.

Kemiallisessa saostuksessa myös jäteveden väri vähenee hyvin. Haittapuolena on syntyvät suuret ja vaikeasti kuivattavat liete-määrät.

2.3 YHTEENVETO JA KANSAINVÄLINEN VERTAILU

Edellä kuvatut prosessitekniset toimenpiteet ja jätevesien mekaaninen puhdistus on yleisesti toteutettu maamme metsäteollisuudessa. Kansainvälisesti vertaillen maamme metsäteollisuus on verraten pitkälle toteuttanut prosessiteknilisiä toimenpiteitä. Ainoana poikkeuksena on happivalkaus. Yleisesti ottaen parhaaseen vesistökuormitukseen päästään käyttämällä happivalkaisua ja sen jälkeisessä kloorauksessa runsaasti klooridioksidia. Pääomakustannukset ovat konventionaaliin valkaisuun verrattuna suuremmat ja käyttökustannukset pienemmät. Happivalkaisun aiheuttama ligniinien pilkkoutuminen on tutkimusten alaisena.

Ulkoista puhdistusta on maamme metsäteollisuus soveltanut rajoitetusti. Kansainvälinen käytäntö Pohjoismaiden ulkopuolella on biologinen puhdistus. Aktiivilietemenetelmää sovelletaan melko yleisesti ja tällöin saavutetaan 85-90 %:n BOD₇-reduktio.

2.4 VESIENSUOJELUINVESTOINNIT

Vuosina 1972-1980 metsäteollisuus investoi teollisuuden vesitilaston mukaan vesiensuojeluun seuraavan asetelman mukaisesti (1000 mk)

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Sisäiset toimenpiteet	31200	82500	107700	102700	68900	57600	35080	21030	60850
Ulkoiset toimenpiteet	41200	28060	39560	61900	29800	78900	41600	22330	34050
Liittymismaksut	10	-	-	-	31	-	-	-	-
	72410	110560	147260	164650	98731	136500	76680	43360	94900

Yhteensä metsäteollisuus investoi vesiensuojeluun vuosina 1970-1980 1,18 Mrd mk vuoden 1980 hintatasossa, kun huomioon otetaan ainoastaan ei-kannattavat investoinnit. Kun mukaan otetaan myös kannattavat investoinnit on vastaava luku 1,68 Mrd mk.

Metsäteollisuuden vesiensuojeluinvestoinnit vuonna 1980 olivat 0,6 % viennin arvosta.

2.5 LUPAVELVOITTEET

Vesihallitus on yleisenä valvontaviranomaisena esittänyt julkaisussa Nro 16 "Vesiensuojelun periaatteiden soveltamisesta" metsäteollisuudelle seuraavat tavoitteet:

- Vuoteen 1980 mennessä toteutettavilla toimenpiteillä tulee toimintojen kasvu ja laajennukset huomioon ottaen metsäteollisuuden jätevesien kiintoainekuormitus koko maan osalta alentaa tasolle 200 t/d ja BOD₇-kuormitus tasolle 650 t/d.
- Vuoteen 1985 mennessä metsäteollisuuden jätevesien BOD₇-kuormitus alennetaan koko maan osalta tasoon 400 t/d, fosforikuormitus tasoon 1,5 t/d, ligniinien kokonaiskuormitus tasoon 500 t/d sekä estetään typpikuormituksen lisääntyminen.

Kuten kuvasta 2.1 ilmenee, on kuormitus vähentynyt, joskin vuoden 1980 tavoitteet ovat jääneet saavuttamatta.

Käytännössä on periaatteiden soveltaminen merkinnyt seuraavan taseisia lupaehtoja metsäteollisuudelle:

	BOD ₇ kg/t
Valkaisematon integroitu sulfaattimassa	25 - 30
Valkaistu -"- -"	18 - 38
Valkaistu integroimaton -"	12 - 35
Valkaisematon sulfiittimassa	60 - 76
Valkaistu -"	56 - 60
Kalsium-sulfiitti-liukomassa	100 - 210
Integroitu kemimekaaninen massa	12 - 25
Muu paperi ja kartonki	1 - 20
Kuitulevy	10 - 35

Useilla metsäteollisuuden alapuolisilla vesialueilla vesistön tila olisi edellyttänyt huomattavasti tiukempia kuormitusrajoituksia. Lupaehdot ovatkin ensisijaisesti määräytyneet kuormituksen vähentämiseen käytettävissä olevien teknistaloudellisten mahdollisuuksien perusteella. Lisäksi lupaehdot ovat vesioikeuskäsittelyssä usein asetettu lievemiksi kuin ne kuormitusrajat, jotka vesiviranomainen on katsonut teknistaloudellisesti mahdollisiksi saavuttaa.

1970-luvun alussa annetut vesioikeuksien päätökset suuntautuivat lähinnä kiintoainemäärien supistamiseen. Annetut lupavelvoitteet vaihtelivat 2-20 kg/t. Ominaiskuormituksia koskevien velvoitteiden lisäksi todettiin lupapäätöksissä laitosten kapasiteetti ja annettiin maksimipäästö ilmaistuna t/d sallitulla enimmäistuotannolla.

1970-luvun lopulla ja 1980 luvun alussa annetuissa lupapäätöksissä on jätevesien BOD₇-arvolla ollut yhä keskeisempi merkitys. Kiintoaineen ja BOD₇:n ohella on lupapäätöksissä kiinnitetty huomiota typen, fosforin, kloorifenolien ja ligniinin päästöihin. Uutena lupaehtona on tulossa kuvaan COD. Myös jätevesien pH:hon on eräissä lupapäätöksissä kiinnitetty huomiota. Yleinen on myös velvoite saniteettijätevesien erillisviemäröinnistä ja johtamisesta kunnalliseen viemäriverkoon tai puhdistamisesta vastaavalla tavalla. Luvat ovat yleensä olleet määräaikaaisia ja uutta lupaa on ollut haettava vesioikeudelta yleensä 6-7 vuotta päätöksen antamisesta.

3. K E M I A N T E O L L I S U U S

3.1 TOIMIPAIKAT, TUOTANNOT JA JÄTEVESIKUORMITUS

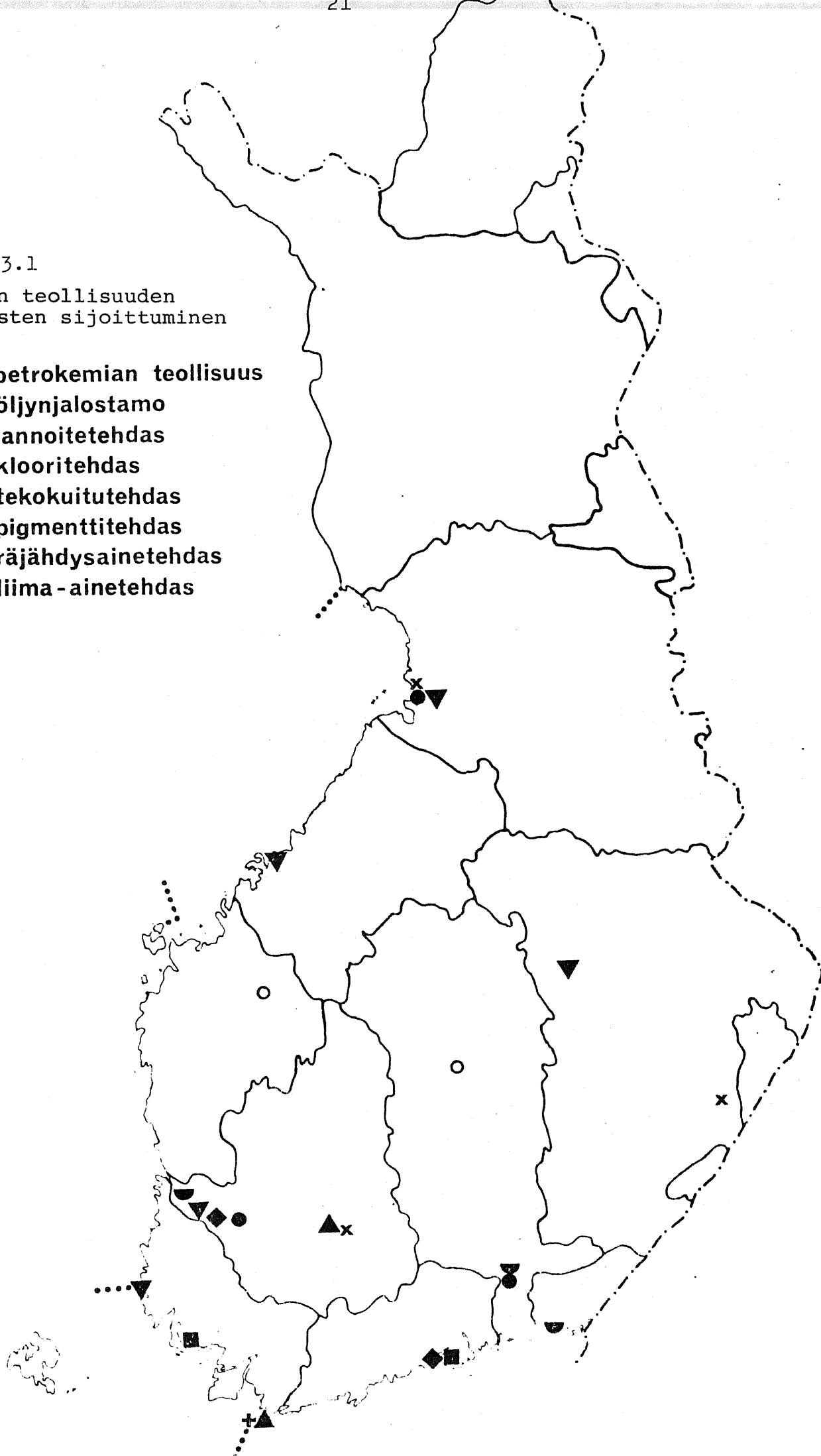
Vuonna 1980 maassamme oli toiminnassa kaksi öljynjalostamo, viisi petrokemian teollisuuteen kuuluvaa muovivainetta valmistavaa laitosta, viisi lannoitetehtästä, kolme klooritehtästä, yksi titaanidioksisitehdas, kaksi muuta pigmenttitehtästä, kolme räjähdysainetehtästä ja kaksi viskoosimassatehtästä sekä useampia liima- aine-, väriaine-, lääkeaine- ym. kemian teollisuuteen kuuluvia, yleensä kunnalliseen viemäriin liitetyntä tehtaita. Niistä tärkeimmät, jätevetensä suoraan vesistöön johtavat laitokset on esitetty kartassa (kuva 3.1).

Maamme kaksi öljynjalostamo sijaitsevat Porvoon mlk:ssa ja Naantalissa. Kummallakin öljynjalostamolla on jalostusastetta nostavat krakkausyksiköt. Jalostamoiden tuotteet ovat

Kuva 3.1

Kemian teollisuuden
laitosten sijoittuminen

- ◆ petrokemian teollisuus
- öljynjalostamo
- ▼ lannoitetehtas
- klooritehtas
- ▲ tekokuitutehtas
- ◐ pigmenttitehtas
- räjähdysainetehtas
- x liima-ainetehtas



nestekaasut, bensiinit, liuottimet, petrolit, dieselöljyt, polttoöljyt ja bitumituotteet. Lisäksi Porvoon jalostamoon kuuluu petrokemikaalien tuotanto.

Vuoden 1976 jälkeen jalostuskapasiteetti on ollut seuraava:

Naantalin jalostamo	2 500 000 t/a raakaöljyä
Porvoon jalostamo	12 500 000 "
Petrokemian tehtaot	
- eteeniyksikkö	190 000 t/a
- butadieeniyksikkö	85 000 "
- propeeniyksikkö	20 000 "
- bentseenilaitos	100 000 "
- fenolilaitos	50 000 "

Jalostuskapasiteetti on ollut jonkin verran vesioikeuden luvissa esitettyä alhaisempi. Raakaöljyn syöttö nousi vuonna 1976 tasolta 9 milj. tonnia tasolle 11-12 milj. tonnia. Petrokemikaalien tuotanto oli vuonna 1980 runsas 0,3 milj. tonnia.

Öljynjalostamoiden öljy- ja fenolipäästöjen kehitys on esitetty kuvassa 3.2. Paremmen käsityksen kokonaispäästöistä antaa dikromaattimenetelmällä mitattu kemiallinen hapenkulutus. Tämä on laskenut tasaisesti vuodesta 1974 vuoteen 1981, yhteensä kuitenkin vain noin 15 %.

Maamme muoviaiainetta valmistavat tehtaot ovat Neste Oy:n Porvoon mlk:ssa sijaitsevat LD-polyeteenitehdas, polyvinyylikloriditehdas, polystyreenitehdas ja ns. kemiantehdas, johon kuuluu ftaalihappohydridiysikkö, pehmitinaineyksikkö ja polyesterihartsiyksikkö, sekä Suomen Polystyreeni Tehdas Oy Kokemäen kunnassa.

Muoviaiainien tuotanto on vuoden 1976 jälkeen ollut noin 200 000 tonnia vuodessa. Muoviaiainetehtaiden kapasiteetit olivat vuoden 1981 lopussa seuraavat:

Neste Oy, LD-polyeteenitehdas	175 000 t/a
vinyylikloridimonomeeriysikkö(VCM)	62 000 "
polyvinyylikloriditehdas (PVC)	60 000 "
polystyreenitehdas	20 000 "
kemiantehdas	
- ftaalihappoanhydridiysikkö	21 000 "
- pehmitinaineyksikkö	11 000 "
- polyesterihartsiyksikkö	9 000 "
Suomen Polystyreeni Tehdas Oy	12 000 "

Oleellisia muutoksia tuotantokapasiteetissa ei vuoden 1976 jälkeen ole tapahtunut. VCM-yksikkö suljettiin vuoden 1981 lopussa ja tämä raaka-aine tuodaan toistaiseksi ulkomailta.

Muoviaiainetta valmistavien tehtaiden jätevesikuormitus, jonka pääkomponentit ovat klooratut alifaattiset hiilivedyt styreeni, dioktyyliftalaatti ja 2-etyyliheksanoli, pieneni 55... 85 % vuodesta 1976 vuoteen 1980.

Maamme viisi lannoitetehdasta sijaitsevat Harjavallassa, Uudessaakaupungissa, Kokkolassa, Oulussa ja Siilinjärvellä.

Tehtaiden tuotanto on esitetty kuvassa 3.3. Lannoitetehtaiden jätevesikuormitus on kansainvälisesti katsottuna pieni.

Kloorialkalitehtaat sijaitsevat Keikyällä, Oulussa ja Kuusankoskella. Tuotanto perustuu amalgaamamenetelmään, jossa käytetään elohopeaa. Joutsenossa toimii natriumklooraattitehdas. Kuusankoskella valmistetaan natriumklorifenolaattia 700-1000 t/a. Klooritehtaiden kapasiteetti kasvoi vuosina 1977-1978 noin 17 %:lla ollen 301 000 t Cl_2 /a. Kloorin tuotanto oli vuonna 1980 260 000 t. Elohopeakuormitus on kansainvälisesti katsottuna pieni.

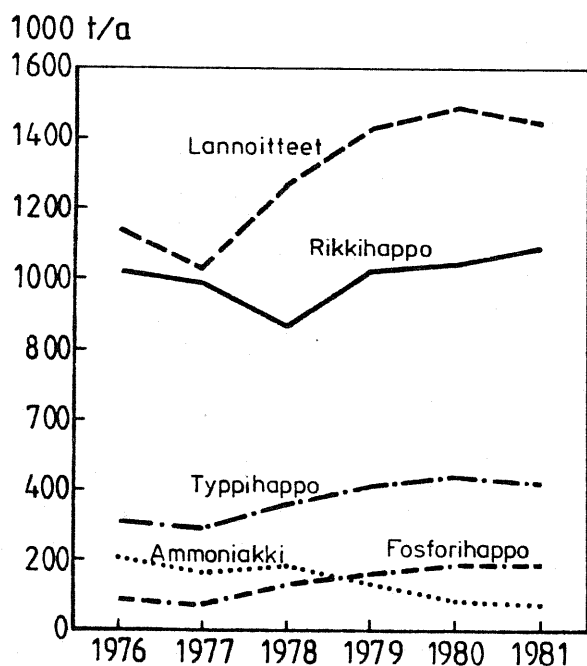
Kemira Oy:n Vuorikemian tehtaat sijaitsevat Porissa Pihlavanlahden rannalla. Tehtailla valmistetaan titaanidioksidipigmenttiä ja rikkihappoa. Tehtaiden tuotantokapasiteetti on 80 000 t TiO_2 /a ja rikkihappoa 250 000 t/a. Vuorikemian tehtaiden jätevesien mukana kulkeutuvan raudan määrä väheni vuodesta 1976 vuoteen 1980 noin 30 %. Kromipäästöt ovat vaihdelleet välillä 24...74 t/a, lyijypäästöt välillä 1,3...2,7 t/a, kuparipäästöt välillä 3,4...8,5 t/a, kadmiumpäästöt välillä 11...30 kg/a ja elohopeapäästöt välillä 8...12 kg/a.

Koko kemianteollisuuden ravinne - ja elohopeapäästöt on esitetty kuvassa 3.4 ja taulukossa 3. Muiden kuin Kemira Oy:n Säterin tehtaan happea kuluttava kuormitus on vähäinen. Vuorikemian tehtaiden lisäksi lannoitetehtailta ja eräiltä muilta tehtailta pääsee jonkin verran muita raskasmetalleja kuin elohopeaa vesistöön. Kemian teollisuudelle ominaista on myös erilaisten vesistöille haitallisten kemikaalien runsas käyttö, joista osa saattaa joutua vesistöön joko sellaisinaan tai tuotannossa muuttuneina. Tieto näistä päästöistä ja niiden vesistövaikutuksista on vielä osittain puutteellista.

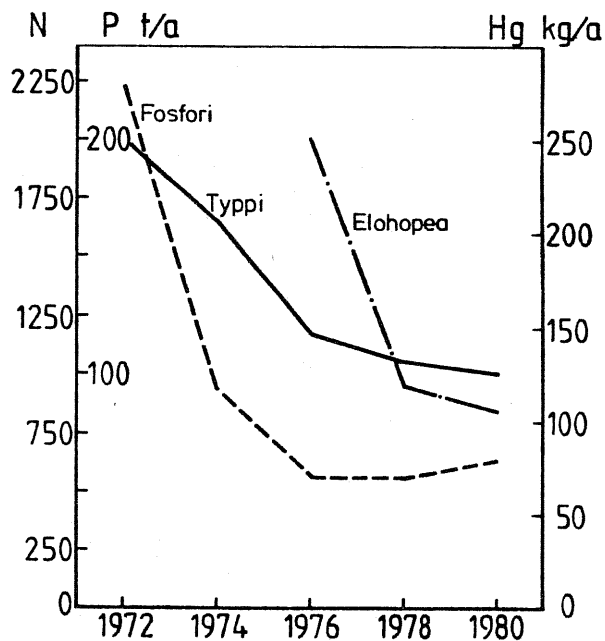
3.2 VESIENSUOJELUTOIMET

Jalostamoiden jätevesien puhdistuslaitokset olivat nykyisessä laajuudessaan toiminnassa jo vuonna 1976. Jalostusprosesseissa syntyviä happamia vesiä esikäsitellään haihdutustislauskolonnissa rikkivedyn poistamiseksi. Varsinaiseen puhdistuslaitokseen kuuluu jätevesien tasaus, öljyn mekaaninen erotus, kemiallinen flokkaus ja flotaatio, aktiivilietelaitos ja jälkiilmastus. Porvoon tuotantolaitoksilla painolastivedet sekä eräät muut vain öljyä sisältävät jätevedet käsitellään erikseen mekaanisen esikäsitteilyn jälkeen aktiivihiihliadsorbereissa ennen kuin ne johdetaan jälki-ilmastusaltaaseen.

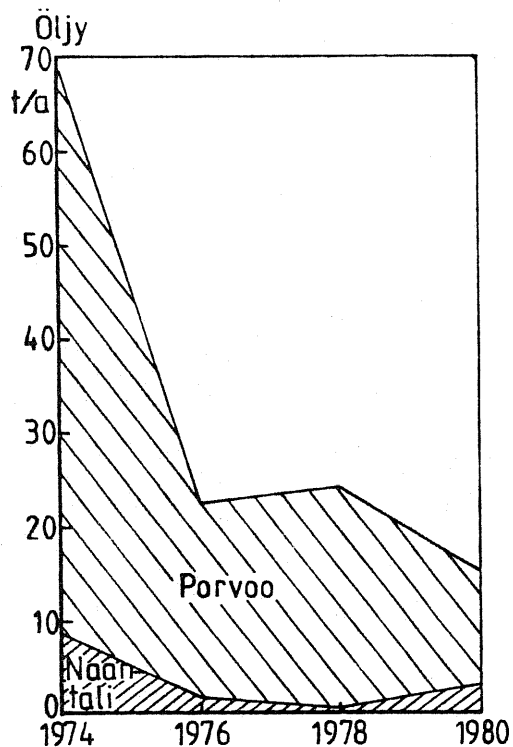
Vaikka jalostamoiden jätevesien puhdistusjärjestelmä pääasiassa luotiin jo 1970-luvun alkupuoliskolla, se vastaa edelleen nykyaikaista muualla toteutunutta puhdistustekniikkaa. Puhdistustulos ja raakaöljytonnia kohti laskettu jäännösöljyn määrä alittavat mm. Pariisin komission muutama vuosi sitten antamat kokonaan uusia jalostamoita koskevat suositukset.



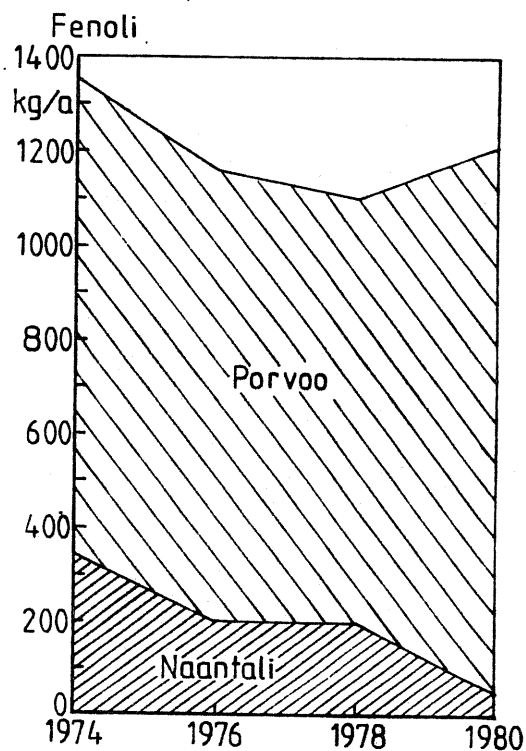
Kuva 3.3. Lannoitetehtaiden tuotanto v. 1976-1981



Kuva 3.4. Kemian teollisuuden ravinne-
päästöt v. 1972-1980 ja elohopeapäästöt v. 1976-1980



Kuva 3.21. Jalostamoiden öljypäästöt v. 1974-1980



Kuva 3.22. Jalostamoiden fenolipäästöt v. 1979-1980

Kaikilla muoviaiainetta valmistavilla tehtailla on veden kulu-
lutusta ja puhdistettavan jäteveden määrää oleellisesti
vähennetty vuodesta 1976.

Sekä Kokemäellä toimivan polystyreenitehtaan jätevesien ke-
miallinen puhdistamo että Porvoon mlk:ssa toimivan polysty-
reenitehtaan kemiallisbiologinen puhdistamo on otettu käyt-
töön jo tehtaiden perustamisen yhteydessä.

Neste Oy:n kemiantehtaan väkevät prosessivedet poltetaan.
Vuosina 1980-1981 rakennettiin huuhtelu-, sade- ja saniteet-
tivesien käsittelyä varten aktiivilietelaitos.

VCM-yksikön jätevesille rakennettiin vuonna 1976 toinen haih-
duskolonni. Viemäriverkoston rikkoutumisen takia viemärit
uusittiin kokonaan vuosina 1976-1979. Sattuneen pohjavesiva-
hingin takia alueella on tehty laajoja pohjavesi- ja maaperä-
tutkimuksia vuodesta 1976 lähtien. Vuodesta 1978 lähtien
kloorattuja hiilivetyjä sisältäviä pohjavesiä on pumpattu
tehdasalueen ulkopuolelta jätevesialtaaseen.

Epäorgaanisia kemikaaleja valmistavien tehtaiden vesiensuojelu
hoidetaan pääasiassa prosessin sisäisin toimenpitein, kierrä-
tystä ja talteenottoa tehostamalla sekä tuotantotekniikkaa ja
-laitteistoa uusimalla. Jätevesien käsittelyyn käytetään,
mikäli tarpeen, fysikaaliskemiallisia menetelmiä.

Orgaanista kemianteollisuutta edustavien tehtaiden vesien-
suojelu on hoidettu pääasiassa sisäisin vesiensuojelutoimen-
pitein ja liittymällä yleiseen viemärilaitokseen.

3.3 VESIENSUOJELUINVESTOINNIT

Kemian teollisuus on investoinut vesiensuojeluun taulukon 3.2
mukaiset määrät vuosina 1972-1980. Investoinnit sisäisiinkin
toimenpiteisiin ovat pääasiassa olleet kannattamattomia, mutta
rajanvetoa kannattaviin ei ole voitu yksiselitteisesti tehdä.

Taulukko 3.2. Kemian teollisuuden vesiensuojeluinvestoinnit
vuosina 1972-1980 (1 000 mk).

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Petrokemian teollisuus									
Sisäiset toi- menpiteet	9000	7520	2030	0	0	0	0	1580	790
Puhdistamot ja viemärit	13800	12700	30	35440	20	0	280	3410	1520
Lannoiteteollisuus									
Sisäiset toimen- piteet	4400	2900	7800	1780	1450	70	60	0	120
Puhdistamot ja viemärit	2000	100	960	1520	210	0	0	1020	150
Muu kemian teollisuus									
Sisäiset toimen- piteet	1900	4130	8300	3130	1000	1160	2030	2590	7540
Puhdistamot ja viemärit	2200	3370	2050	8900	1210	800	1970	18270	7130
Liittymismaksut	-	-	-	15	-	-	66	-	40
Yhteensä	33300	30720	21170	50785	3890	2030	4406	26870	17290

3.4 LUPAVELVOITTEET

Vesihallituksen aikaisemmin julkaisemassa periaateohjelmassa esitettyihin tavoitteisiin kuului myrkyllisten ja kerääntyvien aineiden vesistöön pääsyn estäminen mahdollisimman tarkoin. Vesioikeuden päätöksissäkään ei yleensä ole esitetty täsmällisiä lukuarvoja kemianteollisuuden jätevesien haitallisten aineiden sallituille enimmäismäärille. Lupaehtona saattaa olla "päästöjen rajoittaminen mahdollisimman tehokkaasti". Täsmällisten raja-arvojen puute johtuu ilmeisesti puutteellisista tiedoista jätevesien koostumuksesta ja haittavaikutuksista sekä kuormituksen vähentämismahdollisuuksista. Tämän takia lupaehdoissa onkin usein esitetty laajat tutkimus- ja suunnittelovelvoitteet. Uusimmissa lupapäätöksissä on jo esitetty täsmällisiä raja-arvojakin sallittaville enimmäispäästöille.

Lannoitetehtaille vesihallituksen periaateohjelmassa asetetut tavoitteet vuodelle 1980 alitettiin jo vuonna 1976. Uusimmissa vuonna 1980 ja sen jälkeen voimaan astuneissa päätöksissä vaatimustasoa ei ole oleellisesti ollut aihetta tiukentaa. Rannikolla toimiville tehtaille fosforikuorman sallittu enimmäismäärä on 20-30 kg/d, Siilinjärvellä se on ollut 7 kg/d.

Myös kloori-alkaali-teollisuudelle asetetut tavoitteet ovat jokseenkin toteutuneet. Yhdellä tehtaalla elohopeapäästö tuotettua klooritonnia kohti on edelleen 2-3 kertaa tavoitearvoa, 0,2-0,25 g Hg/t, isompi, joskin vuorokausikuormitus on suhteellisen pieni.

Kaiken kaikkiaan vesioikeudet ovat vuoden 1976 jälkeen antaneet kemian teollisuudelle, petrokemian tehtaat mukaanlukien, viisitoista uutta lupapäätöstä. Tehtaiden yksilöllisyyden ja kansainvälisen aineiston puutteen vuoksi yhtenäistä linjaa eri tehtaiden lupavelvoitteille on vaikea osoittaa. Yleisesti voidaan sanoa, että teknistaloudellisten perusteiden lisäksi jäteveden muut kuin tavanomaiset kuormitussuureet ja vesistön laatu nykyään otetaan aikaisempaa enemmän huomioon.

Eräät luvat ovat voimassa toistaiseksi, mutta vuonna 1979 ja sen jälkeen annetut päätökset ovat sen sijaan suhteellisen lyhytaikaisia ja uudet hakemukset on jätettävä 3-5 vuotta luvan antamisesta.

4. ELINTARVIKETEOLLISUUS

4.1 TOIMIPAIKAT, TUOTANTO JA JÄTEVESIKUORMITUS

Valtaosa elintarviketeollisuuden laitoksista on liittynyt yleiseen viemärilaitokseen. Muun elintarviketeollisuuden sijainti on esitetty kuvassa 4.1 ja jätevesikuormitus kuvassa 4.2.

Perunanjalostusteollisuus voidaan jakaa kausiluonteiseen ja jatkuvatoimiseen teollisuuteen. Edelliseen kuuluu perunatärkkelyksen tuotanto, jälkimmäiseen lähinnä kuorittujen perunoiden, ranskanperunoiden, perunahiutaleiden ja -lastujen valmistus.

Tärkkelysteollisuuden raaka-aineina ovat peruna, vehnä ja ohra, joista ensinmainittu on ylivoimaisesti tärkein. Perunatärkkelystehtaita on tällä hetkellä 10, joista 7 sijaitsee Pohjanmaalla ja muut Rengossa, Kokemäellä ja Kotkassa. Kolme viimeksi mainittua ovat tuotannoltaan suurimpia (noin 50 % kokonaistuotannosta).

Tärkkelysperunan viljelyala ja satomäärä on vähitellen lisääntynyt, joskin vuosittaiset vaihtelut ovat huomattavia. Perunajauhotehtaiden käsittelimä perunamäärä ja jätevesikuormitus on vuodesta 1976 lähtien kehittynyt seuraavasti:

Vuosi	Perunaa, milj. kg/a	BOD ₇ , t/a	P t/a	N t/a
1976	132,4	526		
1977	145,2	-		
1978	181,0	406		
1979	164,6	-		
1980	203,7	523	10,5	83
1981	173,0	661	12,3	111

Kuorittujen perunoiden, ranskanperunoiden, perunahiutaleiden ja -lastujen valmistus ovat lähes ympärivuotista teollisuutta. Tehtaat ovat Vihannissa, Lapväärtissä ja Ahvenanmaalla. Muut tehtaat johtavat jätevedet yleiseen viemärilaitokseen.

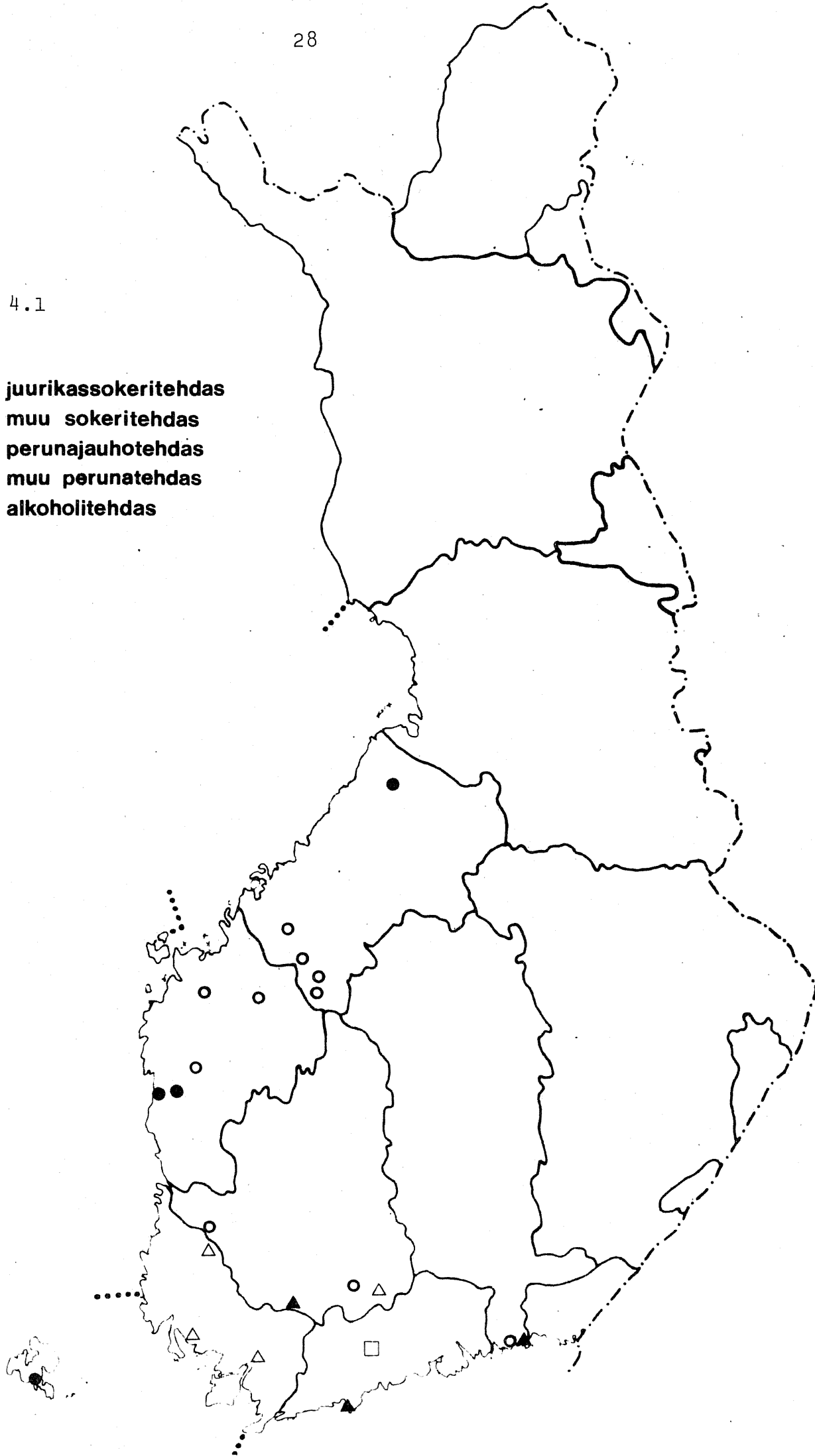
Vuonna 1980 käytetty perunamäärä ja vesistökuormitus olivat seuraavat:

Perunamäärä	4 200	t/a
Kiintoaine	128	t/a
BOD ₇	237	t/a
P	2,6	t/a
N	23,4	t/a

Suomen neljä juurikassokeritehdasta ovat Turengissa, Salossa, Naantalissa ja Säkylässä. Juurikassokeriteollisuuden käyttämän raaka-aineen määrä on 600-900 milj. kg/a.

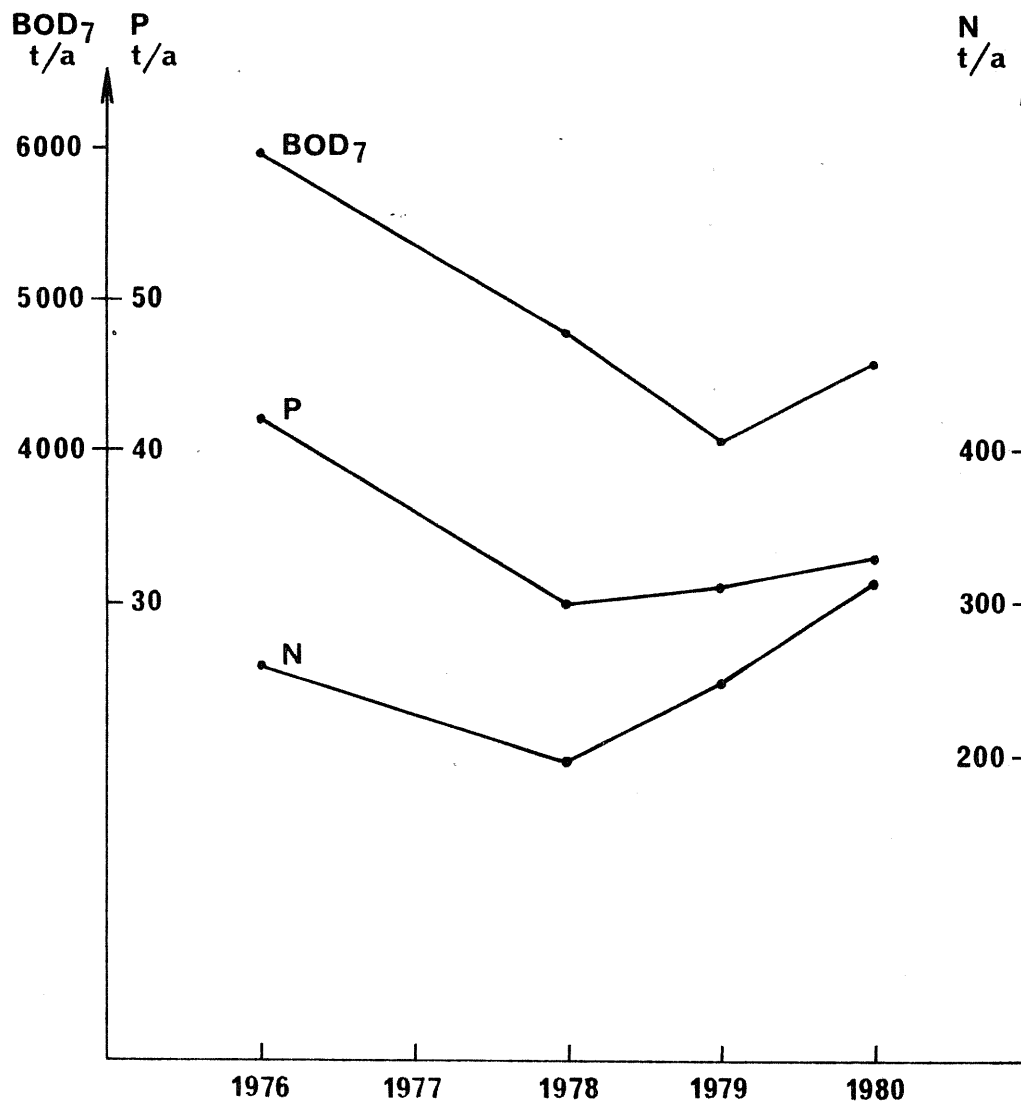
Kuva 4.1

- △ juurikassokeritehdas
- ▲ muu sokeritehdas
- perunajauhotehdas
- muu perunatehdas
- alkoholitehdas



Kuva 4.2

ELINTARVIKETEOLLISUUDEN JÄTEVESIKUORMITUS
vv. 1976 - 1980



Sokeripuhdistamoja on kaksi, Porkkalassa ja Vaasassa sekä nestesokeritehtaat Jokioissa ja Kotkassa. Tämän lisäksi on ksylitolia ja fruktoosia valmistava tehdas Kotkassa.

Sokerinpuhdistamoiden tuotanto ja kuormitus on vuosina 1979 ja 1980 ollut seuraava:

Vuosi	Tuotanto milj.kg/a	Kiintoaine t/a	BOD ₇ t/a	N t/a	P t/a
1979	192,2	217	616	15,0	0,98
1980	228,6	248	1023	14,7	2,15

Maidonjalostusalalla on tapahtunut keskittymistä ja meijerien lukumäärä on koko ajan vähentynyt. Tuotanto on keskittynyt asutuskeskuksiin, joissa jätevedet voidaan johtaa yleiseen viemärilaitokseen.

Maidonjalostuslaitosten suoraan vesistöön johtama kuormitus on vuodesta 1976 lähtien merkittävästi vähentynyt (kuva 4.3).

Teurastukseen tulleen lihan määrä on vuodesta 1976 lähtien vähitellen lisääntynyt.

Sianlihan ja siipikarjan osuus on lisääntynyt, kun taas naudanlihan osuus on vähentynyt. Lähes kaikki teurastamot johtavat jätevedet yleiseen viemärilaitokseen.

Suurin osa kalanjalostusteollisuuden vesistökuormituksesta aiheutuu silakan fileoinnista. Myös kalasäilykkeiden valmistus aiheuttaa kuormitusta, joka kuitenkin suurimmaksi osaksi johdetaan yleiseen viemärilaitokseen. Kalanjalostuksen aiheuttama vesistökuormitus oli vuonna 1980 seuraava: kiintoaine 90 t/a, BOD₇ 110 t/a, N 25 t/a ja P 3,5 t/a.

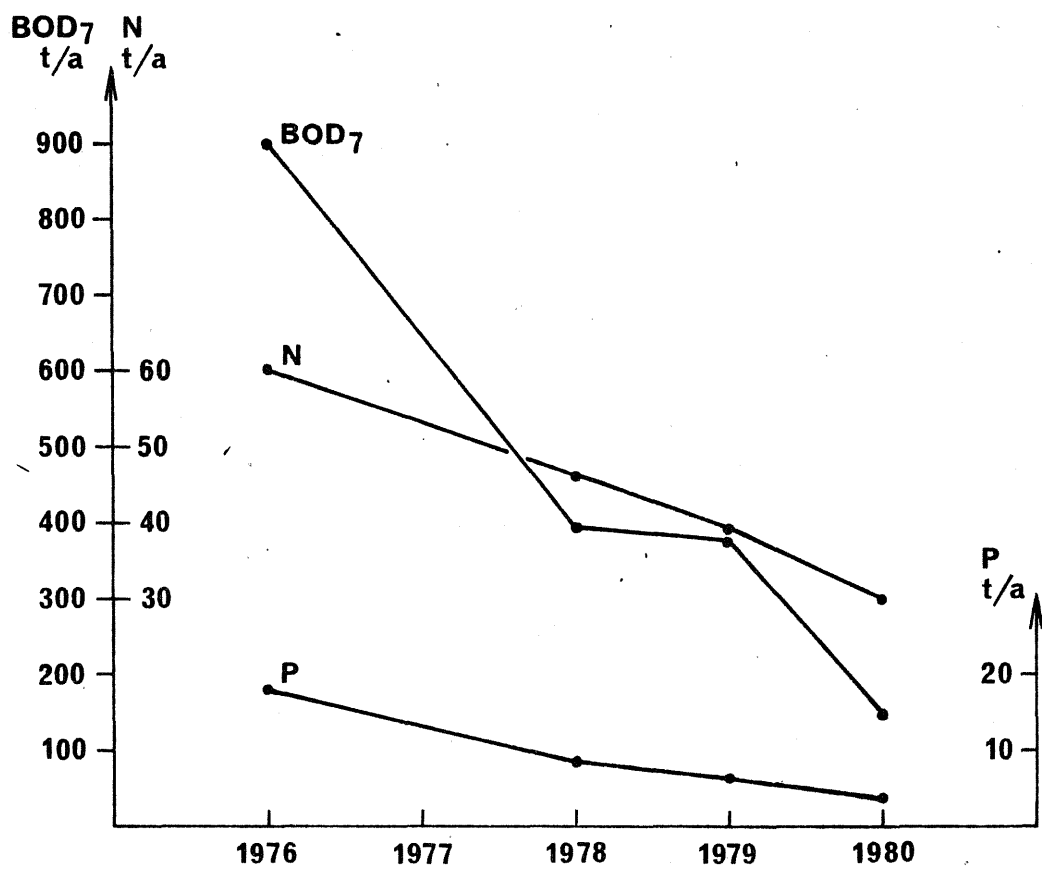
Panimot ja virvoitusjuomatehtaat sijaitsevat poikkeuksetta taajamissa ja johtavat jätevedet yleiseen viemärilaitokseen. Juomateollisuuden aiheuttama vesistökuorma v. 1980 oli noin 15 t/a (BOD₇).

Turkiseläinten rehua valmistetaan tällä hetkellä 500 milj. kg vuodessa ja tuotanto lisääntyy jatkuvasti. Rehunvalmistuksen aiheuttama jätevesikuormitus oli vuonna 1980 seuraava:

Jätevesimäärä, m ³ /a	100 000
Kiintoaine t/a	140
BOD ₇ t/a	570
N t/a	55
P t/a	11

Rehunsekoittamoiden aiheuttamasta kuormituksesta 80-90 % keskittyy Vaasan lääniin.

Kuva 4.3

MAIDONJALOSTUSLAITOSTEN JÄTEVESIKUORMITUS

4.2 VESIENSUOJELUTOIMET

Elintarviketeollisuuden tuotanto on hiljaksen lisääntynyt, mutta kuormitus ei ole kuitenkaan samassa suhteessa lisääntynyt uusien tehokkaampien tuotantomenetelmien ansiosta. Raaka-aineen talteenottoa on tehostettu. Suuri osa elintarviketeollisuuden aiheuttamasta kuormituksesta menee yleiseen viemärilaitokseen ja ko. teollisuuden alan suoraan vesistöön johtama kuormitus on vain osa koko teollisuudenalan aiheuttamasta vesistökuormituksesta.

Perunatärkkelysteollisuus

Perunatärkkelyksen tuotantoprosessi vaihtelee yksityiskohdissaan melkoisesti, mutta pääpiirteissään se sisältää yleensä kuusi vaihetta; perunoiden pesu, murskaus, kuidun erotus, solunesteen erotus, tärkkelyksen pesu ja kuivaus.

Perunoiden kuljetuksessa ja pesussa syntyy ns. uitto- ja pesuvettä, jota selkeytetään laskeuttamalla ja kierrätetään mahdollisimman tehokkaasti. Solunesteen erotuksessa noin 70 % perunan sisältämästä solunesteestä saadaan erotetuksi, yhdessä tehtaassa jopa noin 90 %. Myös kuidun erotuksessa ja tärkkelyksen pesussa käytetään vettä, tämä on ns. prosessivettä. Puhdasta vettä tarvitaan periaatteessa vain tärkkelyksen viimeisessä pesussa, muuten voidaan käyttää kiertovettä.

Jäteveden määrä perunatärkkelysteollisuudessa on käytettyä raaka-ainetonnin kohti viime vuosina oleellisesti vähentynyt ja samalla jätevedet ovat väkevöityneet. Ominaiskuormitus pysyy kutakuinkin samana jäteveden määrästä riippumatta. Aikoinaan, kun vedenkulutukseen ei kiinnitetty mitään huomiota, vedenkulutus käsiteltyä perunatonna kohti oli yli 10 m³, ja vuonna 1976 keskimääräinen arvo oli 5,2 m³ tonnia kohti ja vuonna 1981 3,3 m³/perunatonna. Ominaiskuormitus perunatonna kohti on suuruusluokkaa 20-30 kg BOD₇/t perunaa, N on vähän yli 2 kg/t perunaa ja P noin 0,3 kg/t perunaa.

Jäteveden käsittelyssä on vähitellen siirrytty lammikoinnista sadetukseen, joka nykyisin on jätevesien pääasiallinen käsittelytapa.

Tiedot perunajauhoteollisuuden aiheuttamasta vesistökuormituksesta ovat puutteelliset, sillä sadetuksen aiheuttaman kuormituksen tarkkailu on vaikeaa. Osalla tehtaista sadetusalueelta tulevaa kuormitusta ei ole tarkkailun puutteellisuudesta tai vaikeudesta johtuen ilmoitettu. Tällöin sadetuksen tehoksi on arvioitu 95 %, mitä voidaan pitää erittäin hyvänä reduktiona. Sadetusalueelta tulevaa kuormitusta on tutkittu vain syksyllä sadetusaikana ja kerran sadetuksen jälkeen. Keväällä mahdollisesti tulevaa kuormitusta ei ole näin ollen huomioitu. Nyt on kylläkin tarkkailua täydennetty kevättarkkailulla.

Juurikassokeriteollisuus

Juurikassokeriteollisuus on perinteellisesti ollut runsaasti vettä käyttävää ja voimakkaasti vesistöjä kuormittavaa teollisuutta. Viime vuosina suoritettut vesiensuojelutoimenpiteet ovat kuitenkin huomattavasti pienentäneet tämän teollisuudenalan jätevesimääriä ja kuormitusta. Kehitystä kuvaa se, että kun esim. jätevesimäärä vuonna 1972 oli yli 6 milj.m³ vuodessa, niin vastaava luku vuosina 1976-79 oli alle 2 milj.m³/a. Muiden arvojen osalta kehitys on ollut samansuuntainen. Vuonna 1980 huonon syksyn takia kuormitus kuitenkin kohosi edellisiä vuosia korkeammaksi.

Juurikassokeritehtaiden tärkeimpiä jätevesikuormituksen pienentämiseen tähtääviä toimenpiteitä ovat juurikkaan uitto- ja pesuvesien mekaaninen selkeytys ja kierrätys, syöksyvesien kierrätys sekä jätevesien lammikointi käyntikautta seuraavaan syksyyn.

Meijerit

Noin puolella omaa viemäriään käyttävistä meijereistä jätevedet käsitellään jaksoittain toimivassa biologisessa puhdistamossa. Yleiseen viemärilaitokseen johdettavilla meijerijätevesillä on kolmessa tapauksessa biosuodin esikäsittelymenetelmänä.

Teurastamot

Lähes kaikki teurastamot johtavat jätevedet yleiseen viemärilaitokseen. Esikäsittelynä tulee kysymykseen lähinnä kiintoaineen erotus ja tasaus. Yhdellä sikateurastamolla on toteutettu flotaatio jäteveden esikäsittelynä ennen yleiseen viemärilaitokseen johtamista.

Kalan fileointilaitokset

Kalan fileointilaitosten jätevesiongelmia ei ole toistaiseksi pystytty tyydyttävästi ratkaisemaan. Kiintoaineen mahdollisimman tehokas talteenotto on toteutettu useimmilla laitoksilla. Yhdellä laitoksella on kokeiltu jätevesien lammikointia melko hyvällä menestyksellä, haittana on kuitenkin lammikon aiheuttamat hajuhaitat. Yhdellä laitoksella on flotaatio ja aktiivilietelaitos. Tulokset eivät ole lupaavia, tosin ainakin aktiivilietelaitos on ylikuormitettu. Yhdellä laitoksella on bioroottori. Yhteiskäsittely kunnallisten jätevesien kanssa onnistuu yleensä hyvin.

Rehunsekoittamot

Rehunsekoittamoissa käytössä olevista puhdistusmenetelmistä voidaan mainita lammikot ja imeytysojastot, joista on joillakin laitoksilla saatu hyviäkin kokemuksia. Myöskin jaksoittain toimivasta pitkäilmastuslaitoksesta on kokemuksia. Koepuhdistamo on saatu toimimaan hyvin, mutta käytännössä tällaista

laitosta ei ole saatu toimimaan ehkä aika ajoin tapahtuvan ylikuormituksen takia. Eräällä sekoittamolla on otettu käyttöön flotaatio-biosuodin -puhdistamo, mutta puhdistustulos on jäänyt odotettua huonommaksi. Pienillä laitoksilla on käytössä jäteveden kerääminen tiiviiseen säiliöön ja ajaminen pelloille tai kaatopaikalle.

4.3 VESIENSUOJELUINVESTOINNIT

Elintarviketeollisuuden vesiensuojeluinvestoinnit investointivuoden hintatasossa ovat olleet:

	Investoinnit 1 0000 mk						
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Sisäiset toimenpiteet	2000	10990	11170	13380	18340	12930	5880
Puhdistamot ja viemärit	3220	6120	7170	10670	4340	5790	10740
Liittymismaksut	44	2002	1641	7473	1189	5	452
Yhteensä	5264	19112	19981	31523	23869	18725	17144

4.4 LUPAVELVOITTEET

Vesiensuojelun periaateohjelmassa on koko elintarviketeollisuuden kuormituksen arvioitu olevan vuonna 1980:

BOD ₇	13 t/d
P	195 kg/d
N	3000 kg/d

Valtaosan tästä kuormituksesta on arvioitu menevän yleisen viemärilaitoksen kautta. Suoraan vesistöön johdettujen jätevesien kuormitus olisi:

BOD ₇	5 t/d	(1825 t/a)
P	85 kg/d	(31 t/a)
N	1000 kg/d	(365 t/a)

BOD-kuormituksen osalta tavoitetta ei ole läheskään saavutettu, vaan kuormitus on ollut siihen nähden yli kaksinkertainen. Fosfori- ja typpikuormitus on ollut edellä esitettyä suuruusluokkaa.

Perunatärkkelysteollisuudessa on pidetty tavoitteena, että perunan solunesteen erottamista ja hyötykäyttöä tehostetaan ja toteutetaan muita jäteveden käsittelytoimenpiteitä, kuten esim. varastointi maa-altaissa, käyttäminen maataloudessa tai käsittely biologisesti tai kemiallisesti. Vesiensuojelun periaateohjelmassa tärkkelysteollisuuden jätevesikuormituksen on vuoteen 1980 mennessä oletettu alenevan tasolle:

BOD ₇	150 t/a
kok. P	2,4 t/a
kok. N	25 t/a

1970-luvun alkupuolella perunatärkkelysteollisuuden jätevesien sadetus alkoi yleistyä. Luvat onkin yleensä annettu sadettamalla käsiteltyjen jätevesien johtamiselle vesistöön. Mikäli jätevesimäärä perunatonnia kohti on suuri, edellytetään lupapäätöksessä yleensä vedenkulutuksen vähentämistä. Sadetus edellytetään suoritettavaksi siten, että siitä ei aiheudu pohja- tai pintavesien pilaantumisen vaaraa. Yleensä päätöksissä ei ole BOD₇-kuormitukselle asetettu numeerista raja-arvoa. Muun perunateollisuuden osalta tilanne on vastaava. 1970-luvun alussa sallittiin jäteveden johtaminen suoraan vesistöön. Myöhemmin edellytettiin lammikoinnin tai muun vastaavan puhdistussysteemin toteuttamista ja tällä hetkellä pyritään lisäksi asettamaan kuormitukselle numeerisia raja-arvoja. Raja-arvot ovat kiloina vuorokautta kohti.

Vesiensuojelun periaateohjelmassa on juurikassokeriteollisuuden jätevesikuormituksen 1980-luvun alkuun mennessä odotettu alenevan tasolle BOD₇ 450 t/a, P 4,5 t/a ja N 90 t/a, mitä tavoitetta ei ole saavutettu.

Vesioikeuden luvissa edellytetty prosessitekniesten toimenpiteiden suorittamista, kuten multavesien mekaanisen selkeytyksen ja syöksyvesikierron toteuttamista sekä jätevesien ympärivuotisen lammikoinnin tai muun vastaavan puhdistussysteemin toteuttamista asteittain. Tämän lisäksi lupaehtoihin on myöhemmin myös tullut numeerisia raja-arvoja, jotka on ilmoitettu tonneina käyntikautta kohti.

70-luvun puolenvälin jälkeen alettiin tutkia muun sokeriteollisuuden jätevesikuormituksen vähentämismahdollisuuksia. Lupaehtoisissa on määriteltä kuormitus kiloina vuorokautta kohti.

Meijerijätevesistä on vesiensuojelun periaateohjelmassa todettu, että toteuttamalla laitoksen sisäiset toimenpiteet, jätevesien tarpeellinen esikäsittely ja yksivaiheinen puhdistus asumajätevesiä vastaavalle tasolle saadaan meijerien jätevesien kokonaiskuormitusta alennetuksi keskimäärin 80 % BOD:n suhteen sekä typpikuormitusta 30-40 %. Toimenpiteiden jälkeen piti BOD₇-kuormituksen olla noin 4 t/d, fosforikuormituksen noin 50 kg/d ja typpikuormituksen noin 900 kg/d.

Viime vuosikymmenen aikana monet meijerit ovat liittyneet yleiseen viemärilaitokseen tai lopettaneet maidon vastaanottamisen. Niillä, jotka itse vastaavat jätevesien käsittelystä on tilanne oleellisesti muuttunut jätevesien johtamisen suhteen. Tällä hetkellä 4 meijeriä toimii ennakkoilmoituksen varassa ja 15 meijeriä johtaa jätevedet vesistöön vesioikeuden luvalla. Yleisimmät raja-arvot meijerijätevesille ovat BOD₇ 30 mg/l ja fosfori 1,5 mg/l. Kaikilla meijereillä ei ole lupapäätöksessä raja-arvoja ja asetetuissakin raja-arvoissa on eroja, esim. BOD₇:n suhteen vaihteluväli on 25-50 mg/l.

Lihanjalostusteollisuuden on odotettu vuoteen 1980 mennessä toteuttavan prosessitekniisiä toimenpiteitä ja jätevesien biologis-kemiallisen käsittelyn. Näillä toimenpiteillä BOD₇- ja fosforikuormituksen piti pienentyä 80 % ja typpikuormituksen 40 %.

Tänä päivänä lähes kaikki teurastamot johtavat jätevedet yleiseen viemärilaitokseen. Kolmella siipikarjanteurastamolla on vesioikeuden lupa jäteveden johtamiseen. Luvat on annettu viime vuosikymmenen lopulla tai tämän vuosikymmenen alussa. Kaikissa luvissa raja-arvo BOD₇:n suhteen on 50 mg/l ja fosforille raja-arvo on yhdessä 1,5 mg/l ja kahdessa 2 mg/l. Millään näistä teurastamoista ei ole aikaisempaa lupaa.

Monet kalanjalostuslaitokset toimivat ennakkoilmoituksen varassa. Niissä ja muutamassa harvassa lupapäätöksessä edellytetään kiintoainekuormituksen jäävän alle 15 kg ja BOD₇-kuormituksen alle 20 kg tuotettua kalatonna kohti ja vuosikuormituksen olevan alle 6 t kiintoaineen ja 8 t BOD₇ osalta.

Elintarviketeollisuuden vanhemmissa luvissa ei yleensä ole raja-arvoja laisinkaan. Uudemmat luvat ovat yleensä määrällisiä 4-6 vuodeksi ja lyhyemmäksi ajaksi jos lupavelvoitteita ei esim. suunnitelmien puutteellisuuden vuoksi ole voitu asettaa erityisen vaativiksi.

5 K A I V A N N A I S- J A M E T A L L I T E O L L I S U U S

5.1 TOIMIPAIKAT, TUOTANTO JA JÄTEVESIKUORMITUS

Kaivannaisteollisuuden tärkeimmät toimipaikat ilmenevät kartasta 5.1. Kaivostoiminta on maassamme sijoittunut pääasiassa Pohjois-Karjalan ja Kuopion lääneihin sekä Pohjanmaalle.

Vuosien 1977-1980 aikana on kaivosten lukumäärä hieman vaihdellut, sillä muutama kaivos on lopettanut toimintansa, mutta vastaavasti uusia kaivoksia on avattu (taulukko 5.1). Varsinaisten malmikaivosten lukumäärästä samoin kuin louhitun malmin määrässäkään ei em. ajanjaksona ole tapahtunut oleellisia muutoksia. Sitä vastoin teollisuusmineraalien louhinta on kasvanut huomattavasti. Talkin ja apatiitin tuotanto on noussut voimakkaasti uusien kaivosten avaamisen seurauksena.

Kaivannaisteollisuuden jätevesikuormitus vuosina 1977-1980 on esitetty taulukossa 5.2. Vaikka kaivosten lukumäärä ja erityisesti talkin ja apatiitin tuotantomäärät em. ajanjaksona ovat oleellisesti lisääntyneet, eivät jätevesimäärät ja kuormitus ole paljoakaan muuttuneet. Merkittäviä muutoksia on tapahtunut ainoastaan talkin tuotannon noususta

johtuva arseenikuormituksen selvä lisääntyminen sekä öljykuormituksen lisääntyminen eräällä rautaoksidimalmia rikastavalla laitoksella.

Kuormituskehityksen osalta voidaan todeta, että toteutetuilla vesiensuojelutoimenpiteillä on jäteveden määrä tuotannon noususta ja kaivosten lukumäärän kasvusta huolimatta voitu pitää lähes muuttumattomana. Samoin on tehokkaasti saatu rajoitettua mm. kiintoaineen, sulfaatin ja raskasmetallien kuormituksen lisääntyminen.

Taulukko 5.1. Kaivostoiminnan kehittyminen vuosina 1977-1980

	1977	1978	1979	1980
Malmikaivokset				
- lukumäärä	14	15	15	15
- malmia t/a	9 953 453	9 553 800	10 299 172	9 957 781
Kalkkikivikaivokset				
- lukumäärä	11	12	15	15
- kalkkikiveä t/a	3 964 924	3 809 841	3 875 688	4 311 921
Mineraalikaivokset				
- lukumäärä	7	8	8	10
- talkkia t/a	156 584	195 159	267 180	317 901
- apatiittia t/a	2 550	4 218	2 688	137 950
Muut kaivokset				
- lukumäärä	10	6	9	10
Kaivoksia yhteensä kpl	42	41	47	50

Taulukko 5.2. Kaiyannaisteollisuus vv. 1977-1980 kuormitus

	1977	1978	1979	1980
jätevesi 100 m ³ /a	46496	40334	46608	46950
kiintoaine t/a	*1423	*927	968	1238
rauta t/a	*164	130	177	100
sinkki kg/a	*2920	2000	2392	3036
nikkeli kg/a		4250	4508	3523
kok. N t/a	210	334	504	378
SO ₄ t/a	31975	26239	31254	23298
arseeni kg/a		240	375	540
öljy t/a	1,75	1,45	2,2	2,6

* analyysiaineisto puutteellista

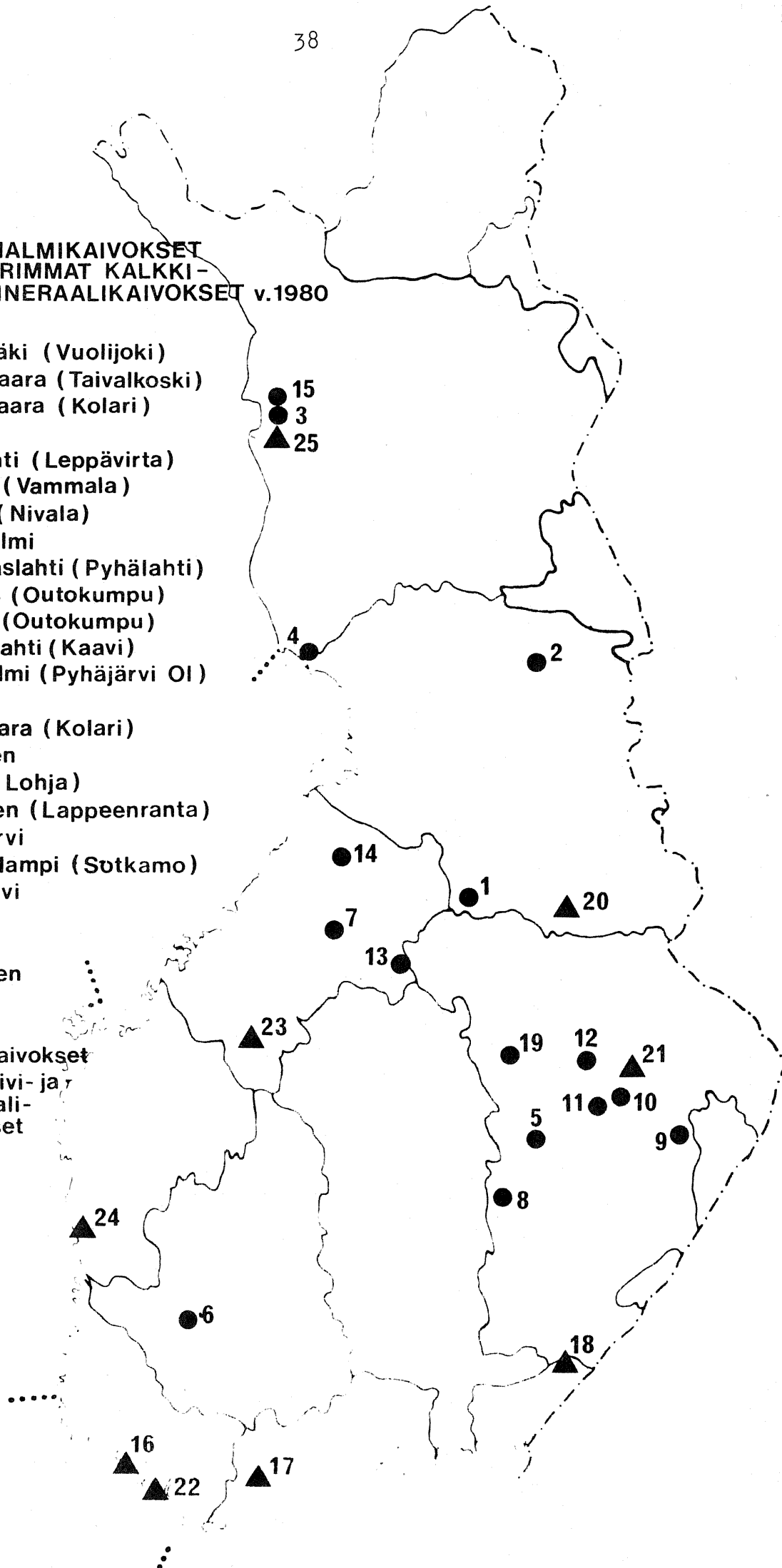
Metalliteollisuus voidaan jakaa karkeasti rauta- ja terästeollisuuteen sekä ei-rautametallien perusteollisuuteen. Lisäksi tulevat metallien pintakäsittelyä harjoittavat laitokset. Kuvasta 5.2 ilmenevät metalliteollisuuden tärkeimmät toimipai-
kat ja taulukosta 5.3 koko metalliteollisuuden jätevesikuor-
mituksen kehitys vuosina 1977-1980.

Kuva 5.1

**SUOMEN MALMIKAIVOKSET
SEKÄ SUURIMMAT KALKKI-
KIVI- JA MINERAALIKAIVOKSET v.1980**

1. Otanmäki (Vuolijoki)
2. Mustavaara (Taivalkoski)
3. Rautuvaara (Kolari)
4. Kemi
5. Kotolahti (Leppävirta)
6. Stormi (Vammala)
7. Hitura (Nivala)
8. Virtasalmi
9. Hammaslahti (Pyhälahti)
10. Vuonos (Outokumpu)
11. Keretti (Outokumpu)
12. Luikonlahti (Kaavi)
13. Pyhäsalmi (Pyhäjärvi Ol)
14. Vihanti
15. Kuervaara (Kolari)
16. Parainen
17. Tytyri (Lohja)
18. Ihalainen (Lappeenranta)
19. Siilinjärvi
20. Lahnaslampi (Sotkamo)
21. Polvijärvi
22. Kemiö
23. Vimpeli
24. Siikainen
25. Kolari

- malmikaivokset
▲ kalkkikivi- ja
mineraali-
kaivokset



Maamme rauta- ja terästeollisuus on suhteellisen monipuolista, mutta tuotantoyksiköt ovat kansainvälisen mittapuun mukaan melko pieniä. Suurin osa tehtaista on sijoittunut rannikolle. Vuoden 1977 jälkeen on yksi rautatehdas lopetettanut toimintansa ja kahdella tehtaalla on lopetettu teräksen tuotanto.

Raakaraudan tuotannon määrä on kuitenkin kasvanut vuosien 1977-1980 aikana jäljelle jäävien tehtaiden kapasiteetin laajennusten johdosta (taulukko 5.4). Myös ferrokromin ja jaloteräksen tuotanto on voimakkaasti lisääntynyt.

Puhtaasti ei-rautametallien perusteollisuutta harjoittavia tehtaita on Suomessa 3 kappaletta. Tehtaiden sijainti ilmenee kartasta 5.1.

Teollisuudenala pyrkii hyödyntämään pääasiassa kotimaisia malmiesiintymiä, mutta viime vuosina on myös ulkomailta jouduttu tuomaan rikasteita ja muita metalleja sisältäviä raaka-aineita enenevässä määrin. Suomessa valmistetaan kuparia, nikkeliä, sinkkiä ja kobolttia sekä pienemmässä määrin kultaa, hopeaa, seleeniä, elohopeaa ja molybdeenä. Eri metallien tuotantomäärät ilmenevät taulukosta 5.4.

Vuoden 1977 jälkeen on erityisesti kobolttin tuotantokapasiteetti lisääntynyt. Kobolttin valmistuksen sivutuotteena on ruvettu valmistamaan molybdeenä. Muiden sivutuotteina valmistettavien metallien tuotanto on myös noussut, mutta syynä siihen on ollut lähinnä raaka-aineista johtuvat vaihtelut.

Suomessa on parisen sataa metallien pintakäsittelyä harjoittavaa laitosta. Tavanomaisten pintakäsittelylaitosten, jotka harjoittavat mm. sinkitystä, nikkelöintiä, kromausta, kuparointia ja anodisointia, lisäksi on erillisinä teollisuudenhaaroina koruteollisuus, syväpainot ja piirilevyjen valmistajat. Metallien pintakäsittelyyn oleellisesti liittyviä toimintoja on myös fosforointi ja peittäus.

Metallien pintakäsittelyä harjoittavat sekä suurteollisuuteen luettavat laitokset että myös pienet, muutaman henkilön työllistävät laitokset. Pintakäsittelylaitokset ovat alueellisesti keskittyneet Etelä- ja Länsi-Suomeen. Laitosten lukumäärä ja tuotantokapasiteetti on 1970-luvulla lisääntynyt voimakkaasti. Uudet laitokset ovat myös yleensä pitkälle automatisoituja. Suurin osa laitoksista on liittynyt **yleiseen viemärilaitokseen**. Ainoastaan nelisenkymmentä laitosta johtaa jätevedet suoraan vesistöön. Pintakäsittelylaitoksista aiheutuva kuormitus sisältyy koko metalliteollisuuden kuormituslukuihin (taulukko 5.3) ja on siitä noin 10 %.

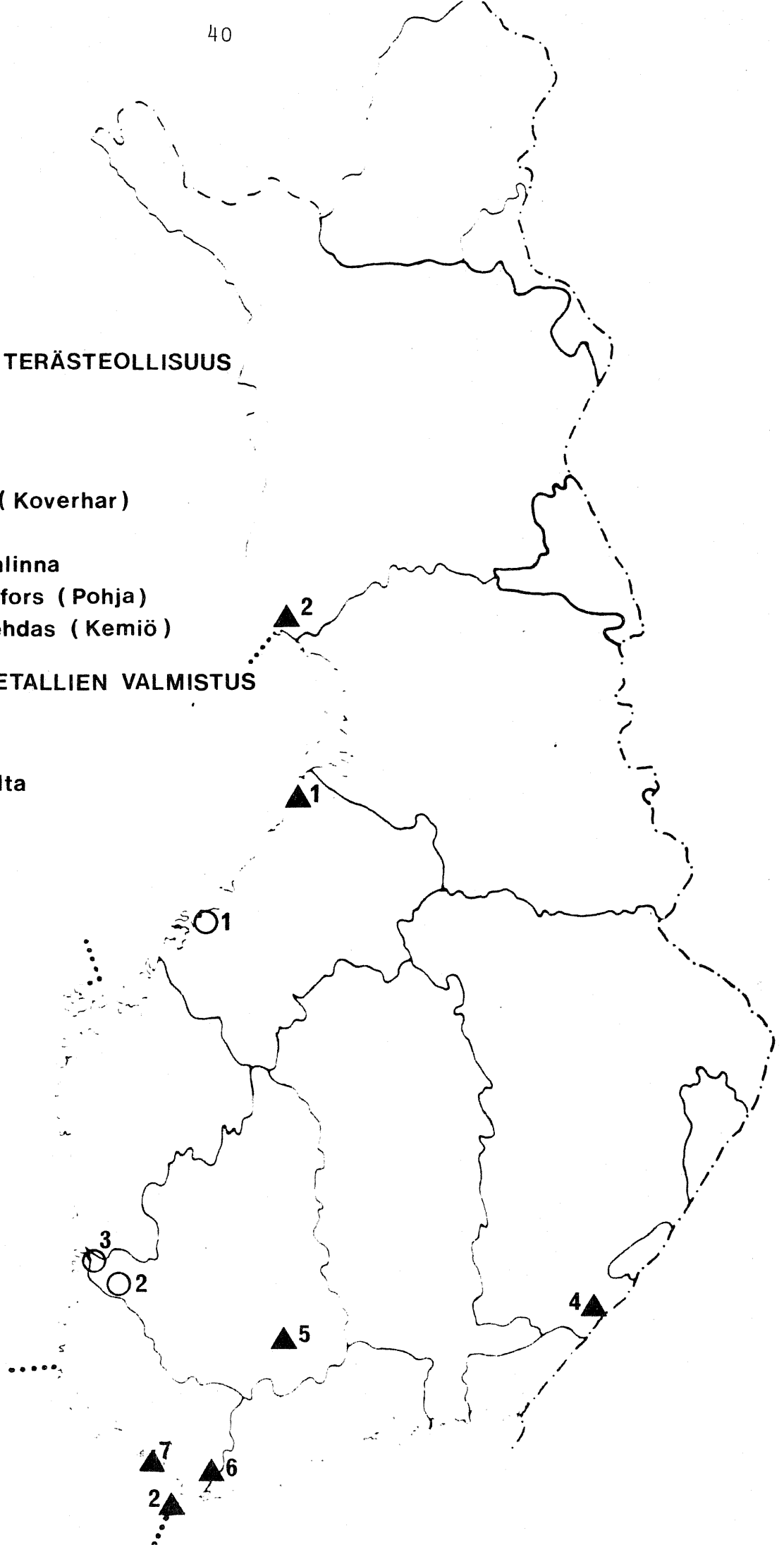
Kuva 5.2

RAUTA- JA TERÄSTEOLLISUUS

1. Raahе
2. Tornio
3. Hanko (Koverhar)
4. Imatra
5. Hämeenlinna
6. Äminnefors (Pohja)
7. Taalintehdas (Kemiö)

MUIDEN METALLIEN VALMISTUS

1. Kokkola
2. Harjavalta
3. Pori



Taulukko 5.3. Metalliteollisuus vv. 1977-1980 kuormitus

	1977	1978	1979	1980
jätevesi 1000 m ³ /a	201097	249275	257224	284110
kiintoaine t/a	* 3955	4350	3969	3601
rauta t/a	* 1419	1707	2350	1343
sinkki t/a	* 148	94	103	90
kupari t/a	* 43	71	43	30
nikkeli t/a	* 27	42	97	75
öljy t/a	* 104	213	131	69
kok. N t/a	* 482	862	1224	1168
kok. P t/a		10	7	8
BHK ₇ t/a		26	39	32
kromi kg/a		1860	1901	2557
syanidi kg/a			4130	5896
lyijy kg/a			738	880
kadmium kg/a		410	240	200

* analyysiaineisto puutteellista

Taulukko 5.4. Metalliteollisuus. Metallien ja metallurgisten tuotteiden tuotanto v. 1977-1980.

	1977	1978	1979	1980
tonnia/a				
Raakarauta (malmeista)	176300	1915500	2037890	2019158
Raakateräs (romusta)	-	-	340934	319979
Sinkki	137980	132935	147064	146719
Jaloteräs (aihiot)	32600	56700	81669	93225
Ferrokromi	33616	44801	49116	52670
Katodikupari	42755	42719	43027	40542
Katodinikkeli	9447	7501	11460	12807
Vanadiinipentoksidi	3328	5007	4941	5076
Koboltti	985	922	1162	1151
Molybdeeni	-	-	104	114
Kadmium	527	611	590	581
Elohopea kg	21718	39477	46467	74819
Hopea kg	25284	33245	31966	44465
Seleeni kg	11654	16830	17541	17250
Kulta kg	852	905	881	1301

5.2 VESIENSUOJELUTOIMET

Päähuomio kaivoksissa on kiinnitetty prosessiteknisiin mahdollisuuksiin lisätä vesien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä rikastamolla. Rikastuskemikaalit pyritään valitsemaan niin, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa vesistöissä. Pyrkimyksenä on ollut vähentää mm. öljyjen, ammoniakkin, syanidin ja rikkihapon käyttöä rikastuksessa.

Jätevesien puhdistamiseksi on kaivokset velvoitettu rakentamaan riittävän suuret selkeytysaltaat. Altaisiin on johdet-

tu kaivoksen kuivanapitovedet, mikäli niitä ei käytetä rikastamolla, rikastamon jätevedet sekä kaivosalueen ympäristön likaantuneet valumavedet. Useimmille kaivoksille on lisäksi määrätty toteutettavaksi jätevesien kemiallinen käsittely.

Teräs on maamme metallien perusteollisuuden tärkein tuote. Sitä valmistetaan sekä rikasteista että romusta. Meillä on tällä hetkellä toiminnaa kaksi masuunia.

Rauta- ja terästeollisuus käyttää vettä suhteellisen runsaasti. Pääosa vedestä käytetään erilaisina jäähdytysvesinä ja kaasunpesuvesinä. Jätevedet sisältävät kiintoainetta, öljyä, raskasmetalleja sekä syanidia.

Tehtaiden laajennusten yhteydessä on huomiota kiinnitetty myös vesiensuojeluun. Vuonna 1978 toteutettiin eräällä rautatehtaalla masuunin kaasunpesuvesien kierrätys, Kiertovesijärjestelmä käsittää selkeytysaltaan, jäähdytystornin sekä välialtaan, missä kiertovesijärjestelmän reagenssit lisätään. Normaalioloissa järjestelmästä ei ole ylivuotoa vesistöön.

Myös terässulaton kaasunpesuvesien puhdistusta on tehostettu rakentamalla selkeytysaltaita ja kierrättämällä vesiä jonkin verran. Valssamovesien käsittelyä on tehostettu kaikkilla laitoksilla. Erityistä huomiota on kiinnitetty öljykuormituksen vähentämiseen. Tässä tarkoituksessa on rakennettu öljynerotusaltaita, otettu käyttöön hiekkasuodattimia ja letkusilmukka- ja nauhakuorijoita sekä eräällä laitoksella erittäin öljyisille vesille rakennettu elektroflotaatioon perustuva puhdistamo. Puhtaiden vesijakeiden erottaminen öljyisistä vesistä on lisäksi toteutettu eräällä terästehtaalla.

Harjavallassa sijaitsevat tehtaat tuottavat raakakuparia ja elektrolyyttinikkeliä. Valetut kuparianodit lähetetään jatkokäsittelyä varten yhtiön Porin tehtaalle puhdistettavaksi elektrolyyttikupariksi. Kuparielektrolyyttilaitoksen yhteydessä toimii suolatehdas, jossa valmistetaan mm. kupari- ja nikkelisulfaatteja. Sivutuotteina kuparin puhdistusprosessissa saadaan kultaa, hopeaa, platinaa ja seleeniä.

Sinkkiä, jota valmistetaan eniten ei-rautametalleista, tuotetaan Kokkolan tehtailla. Sinkkitehtaan yhteydessä on erillinen sivutuotetehdas, jossa kaasun- ja liuospuhdistuksessa erotetuista saostumista valmistetaan puhdasta elohopeaa, seleeniä ja kadmiumia.

Kokkolan tehtailla valmistetaan myös kobolttia.

Kobolttitehtaan yhteydessä on vuodesta 1979 lähtien toiminut molybdeeniä valmistava sivutuotetehdas.

Kaikki laitokset ovat hyvin yksilöllisiä ja niitä täytyy jätevesien muodostumisen ja kuormituksen osalta käsitellä tapauskohtaisesti.

Harjavallan tehtaiden osalta voidaan todeta, että jätevedet koostuvat suurimmaksi osaksi erilaisista jäähdytysvesistä. Suoranaisina prosessivesinä voidaan pitää kupari-anodien jäähdytysvettä. Ennen viemäriin johtamista vedessä oleva kiintoaine erottuu jäähdytysaltaan ja sitä seuraavan ylivuotokuilun pohjalle. Muut prosessivedet ovat sisäisessä kierrossa. Varsinaista ulkoista käsittelyä ei jätevesille ole.

Vesistöön joutuva kuormitus on peräisin suurimmaksi osaksi tehdasalueelta tulleista valumavesistä. Kuormituksen vähentämiseksi on nikkeli- ja kuparirikastekuivaamot uusittu, kuonarikastamo laajennettu sekä rakennettu katetut varastot kupari- ja nikkelirikasteille.

Prosessipuolella on vesien kierrätystä ja uudelleenkäyttöä lisätty.

Porin tehtaiden jätevedet koostuvat jäähdytysvesistä ja erinäisistä prosessivesistä. Likaisia jätevesiä tulee mm. vetämön ja valssaamon peittaamosta, suolatehtaalta, kromaamolta ja tutkimuslaitoksen koetehtaalta. Tehtailla on jätevesikuormitusta pyritty vähentämään ensi sijassa prosessiteknisillä toimenpiteillä mm. kierrätyksiä lisäämällä ja käyttämällä väkeviä vesijakeita korvausnesteenä elektrolyysissä. Peittaamoilla on siirrytty enenevässä määrin käyttämään vastavirtahuuhteluita. Peittausliuokset on neutraloitu ennen vesistöön johtamista. Kromaamolla on oma jätevedenpuhdistamo, jossa tapahtuu 6-arvoisen kromin pelkistys ja jäteveden neutralointi. Suolatehtaalla on kiteyttämille rakennettu pintalauhduttimet ja koetehtaalla savukaasuille rakennettu pesulaitteisto ja jätevedenpuhdistamo.

Tehdasalueen kuormitus on peräisin useista eri päästölähteistä kuten edellä ilmenee. Kuormituksen suuruuteen on lisäksi oleellisesti vaikuttamassa tehdasalueen valumavedet. Erityisesti valimon savukaasujen mukana joutuu ympäristöön huomattavia määriä sinkkiä. Sinkkikuormitus pienenee, kun vuoden 1982 aikana rakennetaan valimon savukaasujen puhdistamo (kuivasuodatin).

Kokkolassa sijaitsevien sinkki- ja kobolttitehtaiden sekä niihin liittyvien sivutuotetehtaiden prosessit on pyritty suunnittelemaan jätevesien osalta mahdollisimman suljetuiksi. Sinkkitehtaalta ja sen sivutuotetehtailta ei häiriötapauksia lukuunottamatta pitäisi tulla viemäriin lainkaan likaisia jätevesiä. Puhtaat jäähdytysvedet johdetaan viemäriin.

Kobolttitehtaalla vesien kierrätystä ja uudelleenkäyttöä toteutetaan myös paljon. Viemäriin johdetaan kuitenkin jäähdytysvesien ohella imukoneiden tiivistysvedet, lauhde-

vedet sekä liuospuhdistusvaiheen jäteliuos. Pasutteen liotusvesi ja rautasakan pesuvedet muodostavat ns. alkuliuos-
sen. Arvometallien erottamisen jälkeen liuos johdetaan jä-
teliuoksena viemäriin. Koboltin ja nikkelin erottamisessa
käytetty ammoniakki poistetaan prosessista ammoniumsulfaat-
tina kiteytyksen avulla, kiteytymisen höyryt lauhdutetaan ja
lauhutusvedet johdetaan viemäriin. Vesi on erittäin typ-
pipitoista. Myös nikkeli-suolan ja kobolttipulverin pesu-
vedet haihdutetaan ammoniumsulfaattikiteytymillä. Kesällä
1982 otettiin käyttöön toinen kiteytin.

Likaisia jätevesiä tulee em. lisäksi kobolttihienopulverin
valmistuksesta ja rikkipasutolta. Rikkipasuton vesille on
omat selkeytysaltaat ennen varsinaista isoa selkeytysallas-
ta, johonka kaikki tehdasalueen suoraan mereen johdettavat
jätevedet ensin kootaan.

Varsinaisten prosessijätevesijakeiden ohella merkittävä
kuormituslähde on ollut tehdasalueen valumavedet. Erityi-
sesti kattamattomien rikaste- ja tuotevarastojen alueet ovat
olleet suuria kuormituslähteitä.

Tehtaiden kuormitus on 1970-luvulla vaihdellut voimakkaasti
johtuen lähinnä rikkitehtaan tuotannon lopettamisesta
(v. 1977) ja kobolttitehtaan laajentumisesta (1978). Kuor-
mitusta vähentävät toimenpiteet ovat olleet lähes yksinomaan
prosessiteknisiä toimenpiteitä. Toimenpiteiden toteutus on
keskittynyt kobolttitehtaan liuosprosessin hallintaan. Va-
lumavesistä aiheutuvan kuormituksen alentamiseksi on pasu-
tolle rakennettu katettu rikastevarasto. Kobolttitehtaan
piha-alue on myös viemäröity uudestaan niin, että sekä piha-
vedet että kattovedet voidaan johtaa prosessiin. Selkeytys-
allas on lisäksi verhoiltu kalkkikivellä (1981).

Pintakäsittelyä harjoittavien laitosten kuormitus on peräi-
sin käytöstä poistettavista kylvyistä ja huuhteluvesistä.
Kylvyt neutraloidaan ja metallit saostetaan ennen viemäriin
johtamista. Laitoksilla on pyritty toteuttamaan mahdolli-
suuksien mukaan tehokas ja kuitenkin vettä säästävä huuhte-
lu ottamalla käyttöön mm. säästöhuuhtelualtaita ja vastavir-
tapesuja. Aivan muutamassa laitoksessa on otettu käyttöön
ioninvaihtimet poistamaan huuhteluvesistä tiettyjä ioneja.

Varsinaisten jätevesien käsittely koostuu jätevesien neut-
raloinnista ja metallien saostamisesta. Mikäli jätevedet
sisältävät syanidia tai kuusiarvoista kromia, suoritetaan
ennen eri jätevesijakeiden yhdistämistä syanidien hapetus
ja kuusiarvoisen kromin pelkistys kolmiarvoiseksi. Metal-
lihydroksidin ja muiden sakkojen saostamisen yhteydessä syn-
tyy hyvin löysää noin 2 % kiintoainetta sisältävää lietettä.
Lietteen käsittely, yleensä kuivaus suotonauhapuristimella,
on toteutettu vain uusimmissa vähintään keskisuurissa lai-
toksissa. Muut joko varastoivat lietteen erilaisiin astioi-
hin alueilleen jatkokäsittelyä odottamaan tai vievät ne
kaatopaikoille.

5.3 VESIENSUOJELUINVESTOINNIT

Vuosina 1972-1980 on kaivannais- ja metalliteollisuus investoinut vesiensuojeluun teollisuuden vesitilaston mukaan seuraavasti:

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Kaivannais- teollisuus									
Sisäiset toimenpiteet	430	2120	270	-	-	400	440	310	2250
Puhdistamot ja viem.	2800	1240	1090	2420	1300	250	1420	1880	1730
Metalliteollisuus									
Sisäiset toimenpiteet	6160	580	6300	1740	830	3760	16680	2640	4970
Puhdistamot ja viem.	1500	840	280	6530	11700	4160	3880	2870	3210
Liittymismaksut	-	-	-	500	16	51	1	-	-
Yhteensä	10890	4780	7940	11190	13846	8621	22421	7700	12160

5.4 LUPAVELVOITTEET

Vesihallituksen julkaisussa no 16 "Vesiensuojelun periaatteiden soveltamisesta" on kaivannaisteollisuuden osalta todettu, että erityistä huomiota on kiinnitettävä kiintoaineen talteenoton tehostamiseen, vesien kierrättämiseen ja uudelleen käyttöön sekä tarpeen mukaan jäteveden kemialliseen käsittelyyn. 1970-luvulla annetuissa lupapäätöksissä näin onkin menetelty. Seurauksena on ollut, että toteutetuilla vesiensuojelutoimenpiteillä on jäteveden määrä ja kuormitus pysynyt lähes muuttumattomana, vaikka kaivosten tuotanto ja lukumäärä samanaikaisesti ovat nousseet.

Em. mainitussa julkaisussa metalliteollisuudelle asetettuja tavoitteita kuormituksen vähentämiseksi, prosessiteknikan kehittämiseksi niin, että vesien kierrätys ja uudelleenkäyttö olisi mahdollisimman pitkälle viety ym. toimenpiteistä ei ole joka suhteessa saavutettu. Rauta- ja terästeollisuuden osalta syanidipitoisten vesien käsittelyä, kiintoaineen talteenottoa ja öljyisten vesien käsittelyä ei kaikilla laitoksilla oltu toteutettu v. 1980 loppuun mennessä periaateohjelman mukaisesti. Ei-rautametallien perusteollisuuden osalta tavoitteita ei myöskään saavutettu, vaikka laitoksilla samanaikaisesti suoritettiin mm. huomattavia prosessitekniisiä toimenpiteitä vesien kierrättämiseksi ja uudelleenkäyttämiseksi.

Verrattaessa kaivannaisteollisuutemme ja metalliteollisuutemme laitoksia vastaaviin ulkomaisiin laitoksiin voidaan todeta, että suurin osa laitoksistamme kestää hyvin vertailun jätevesien käsittelyn osalta muiden maiden vas-

taaviin laitoksiin. Muutamilla kaivoksillamme on toteutettu lähes suljettu vesienkierrätys, osa käsittelee jätevedet kemiallisesti ja kaikilla laitoksilla on selkeytys kiintoaineen erottamiseksi järjestetty.

Metalliteollisuuslaitoksista voidaan mainita Rautaruukki Oy Raahen tehtaait, jossa vesiensuojelu on viety kansainvälisesti tarkasteltuna hyvinkin pitkälle samoin kuin Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtailla. Toisaalta on kuitenkin todettava, että näilläkin laitoksilla on vielä vesiensuojelutoimenpiteitä tehtävänä 1980-luvulla.

Vuoden 1980 lopussa toimi 20 kaivosta vesioikeuden myöntämisen luvan varassa. Luvat on yleensä myönnetty olemaan voimassa toistaiseksi ja uusi lupa on velvoitettu hakemaan määräajassa. Kaivoksen tyyppi, malmi ja rikastusmenetelmä vaikuttavat lupaehtoihin, jotka ovat yksilöllisiä ja kaivoskohtaisia. Useimmille kaivoksille on luvissa asetettu kuormitukselle raja-arvoja. Kuormitusrajat on tapauskohtaisesti ilmoitettu joko kokonaiskuormitusarvoina kg/d tai pitoisuusarvoina mg/l rajoittamalla samalla jätevesimäärää. Kuormitusrajat on asetettu tavallisesti kiintoainepäästöille ja raskasmetalleille sekä tarpeen mukaan mm. öljylle, typelle ja syanidille.

Luvissa on tavallisesti myös asetettu kaivoksille erilaisia toimenpidevelvoitteita. Päähuomio on kiinnitetty prosessitekniisiin mahdollisuuksiin lisätä vesien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä rikastamalla. Lupamääräysten mukaan tulee rikastuskemikaalit valita niin, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa vesistössä. Pyrkimyksenä on ollut vähentää mm. öljyjen, ammoniakkin, syanidin ja rikkihapon käyttöä rikastuksessa.

Jätevesien puhdistamiseksi on kaivokset velvoitettu rakentamaan selkeytysaltaat. Altaisiin on johdettu kaivoksen kivanapitovedet, mikäli niitä ei käytetä rikastamalla, rikastamon jätevedet sekä kaivosalueen ympäristön likaantuneet valumavedet. Useimmille kaivoksille on lisäksi määrätty toteutettavaksi jätevesien kemiallinen käsittely.

Verrattaessa 1970-luvun alku- ja loppupuoliskon tilannetta lupavelvoitteiden osalta voidaan todeta, että lupapäätöksiin on tullut enemmän kuormitusta koskevia raja-arvoja ja toimenpidevelvoitteita. (Vesien kierrätyksen lisääminen ja uudelleenkäyttö sekä jätevesien kemiallinen käsittely).

Rauta- ja terästeollisuuden jäteveden johtamista koskevat luvat on joko käsitelty kokonaan uudestaan tai muutettu osittain vuoden 1977 jälkeen kuuden tehtaan osalta. Nykyisin luvat ovat 5-7 vuoden määräajan vaiheessa olevia ja uusi hakemus on yleensä jätettävä 4-6 vuotta luvan saamisesta. Vanha lupa on voimassa kunnes uudesta hakemuksesta saadaan lainvoimainen päätös.

Jätevesien johtamista tarkoittavissa luvissa yhtiöt on velvoitettu suorittamaan erilaisia prosessitekniisiä toimenpiteitä kuormituksen alentamiseksi sekä lisäksi velvoitettu tehostamaan jätevesien ulkoista puhdistusta (kiertovesijärjestelmät, selkeytysaltaat, öljynerottimet). Päähuomio kuormituksen alentamisessa on kiinnitetty prosessitekniisiin toimenpiteisiin. Luvissa on toimenpidevelvoitteiden lisäksi asetettu yleensä myös kuormitusta koskevat raja-arvot ilmaistuna kg/d.

Kaikkien ei-rautametallien perusteellisuutta harjoittavien tehtaiden jätevesien johtamista tarkoittavat luvat on käsitelty uudelleen vuoden 1977 jälkeen. Luvat on myönnetty tietyn suuruisille tuotantokapasiteeteille. Luvissa on asetettu kuormitukselle raja-arvot joko kg/d tai t/a. Raja-arvoihin pääsemiseksi tehtaas on velvoitettu suorittamaan erinäisiä prosessitekniisiä toimenpiteitä sekä tehostamaan lisäksi käytössä olevia ulkoisia jäteveden käsittelylaitteita. Puhtaiden jätevesijakeiden erottamista likaisista vesijakeista on myös vaadittu Kokkolan tehtailla.

Pintakäsittelylaitoksia koskevissa luvissa on yleensä asetettu raja-arvot jäljempänä esitetyn mukaisesti jäteveden laadulle tai kuormitus on rajoitettu tiettyyn kilomäärään päivää kohti. Aina on edellytetty, että kuormitusta pyritään mahdollisuuksien mukaan vähentämään laitoksen sisäisin prosessiteknisin toimenpitein. Erityistä huomiota on lisäksi kiinnitettävä lietteen kuivaukseen, käsittelyyn ja varastointiin.

Yleensä on pintakäsittelylaitosten velvoitteena, että jätevedet on puhdistettava siten, että poisjohdettavassa vedessä ovat metallipitoisuudet enintään seuraavat:

nikkeli	3 mg/l
sinkki	5 "
kupari	2 "
kromi	2 "
rauta	5 "

Jäteveden pH-arvon tulee olla myös vähintään 6. Mikäli jätevedet johdetaan yleiseen viemäriin, voidaan tällöin tapauskohtaisesti ottaa laimentuminen huomioon metallipitoisuuksien kohdalla.

6 TEKSTIILITEOLLISUUS

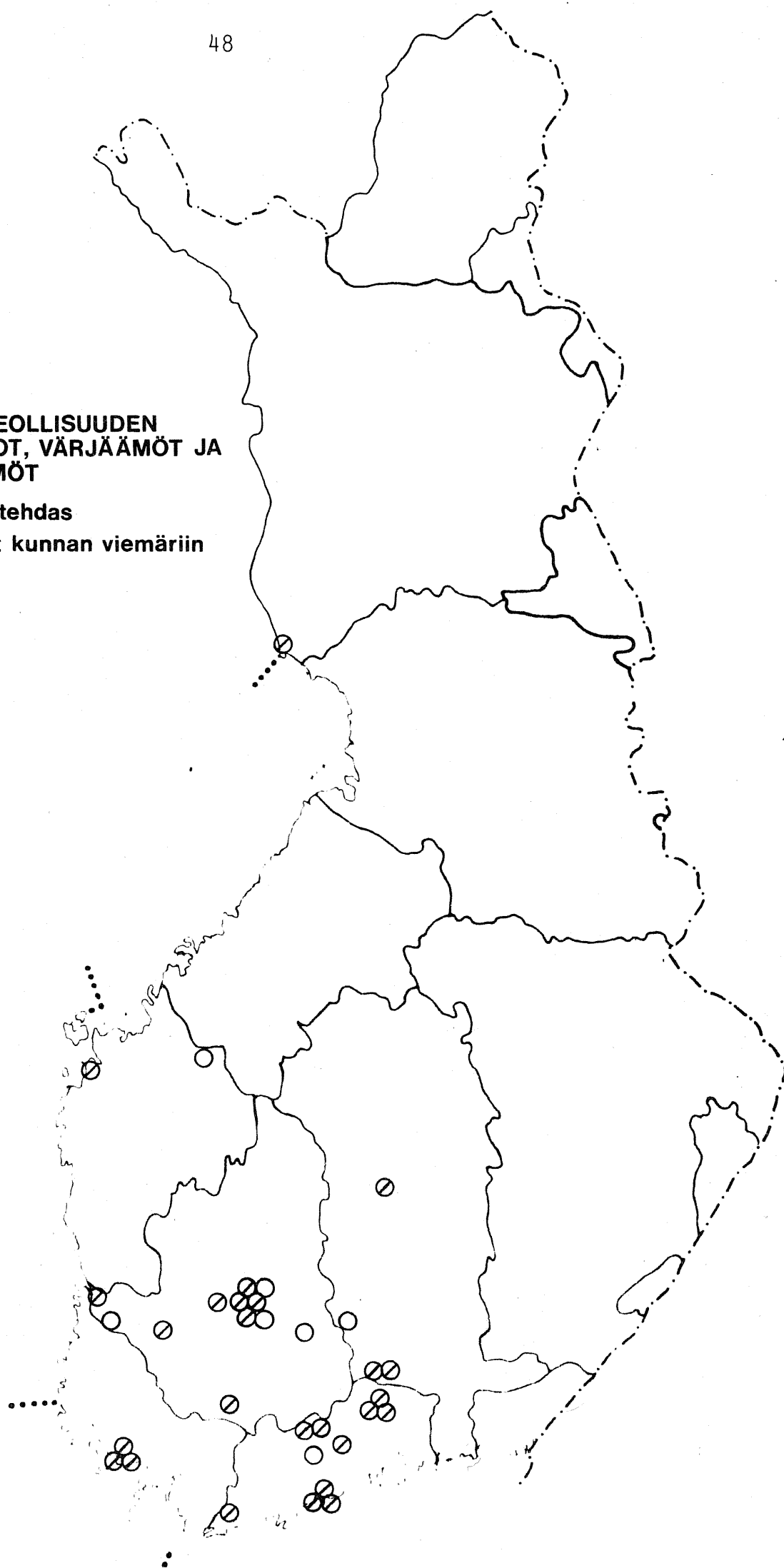
6.1 TOIMIPAIKAT, TUOTANTO JA JÄTEVESIKUORMITUS

Suomessa on toiminassa noin 30 tekstiilitehdasta, joissa suoritetaan tekstiilien valkaisua, värjäystä ja viimeistelyä. Näistä märkäprosesseista aiheutuvat tekstiiliteollisuuden pääasialliset jätevesiongelmät. Seitsemän tällaista tehdasta johti vuonna 1980 jätevedet suoraan vesistöön, muut olivat liittyneet yleiseen viemärilaitokseen (kuva 6.1).

Kuva 6.1

**TEKSTIILITEOLLISUUDEN
VALKAISIMOT, VÄRJÄÄMÖT JA
VIIMEISTÄMÖT**

- tekstiilitehdas
⊗ liittynyt kunnan viemäriin



Täsmällisiä tuotantolukuja märkäprosesseissa käsitellystä tekstiilien määrästä ei ole. Vuosina 1976-1980 märkäproses-
sissa käsiteltyjen tekstiilien määrä oli vesihallituksen kerää-
mien tietojen perusteella n. 40 000 t/a. Tuotantokapasiteetin
käyttöasteesta ei ole koko teollisuudenhaaraa kattavia tietoja.

Tekstiilitehtaiden aiheuttama jätevesikuormitus vuosina 1972,
1976 ja 1980 on esitetty kuvassa 6.2. Tehtaiden jätevesien
aiheuttama biologinen hapenkulutus ja ravinnekuorma eivät
enää aiheuta varsinaisia vesistöongelmia. Jätevedet sisältä-
vät kuitenkin edelleen sellaisia määriä pysyviä kemikaaleja,
että ne saattavat aiheuttaa paitsi paikallisia myös pitkä-
aikaisia ongelmia vastaanottovesistössä.

6.2 VESIENSUOJELUTOIMET

Ensisijainen vesiensuojelutoimenpide on ollut jätevesimää-
rän pienentäminen prosessitekniikkaa uusimalla ja automati-
soimalla ja liittyminen yleiseen viemärilaitokseen.
Liittyminen yleiseen viemärilaitokseen on yleensä edellyttänyt
investointia myös jätevesien tasausaltaaseen. Omia puhdistamoja
tekstiilitehtailla ei ole rakennettu vuoden 1976 jälkeen,
pienstä ilmastusallasta lukuunottamatta. Kahdella tehtaalla
on ennestään biologinen puhdistamo, kahdella on flotaatio-
laitos ja kahdella on pelkkä jätevesien tasausallas. Vii-
meksi mainituista tehtaista osa prosessivesistä johdetaan
yleiseen viemärilaitokseen.

6.3 VESIENSUOJELUINVESTOINNIT

Vuosina 1972-1980 tekstiiliteollisuus on investoinut vesien-
suojaeluun seuraavasti:

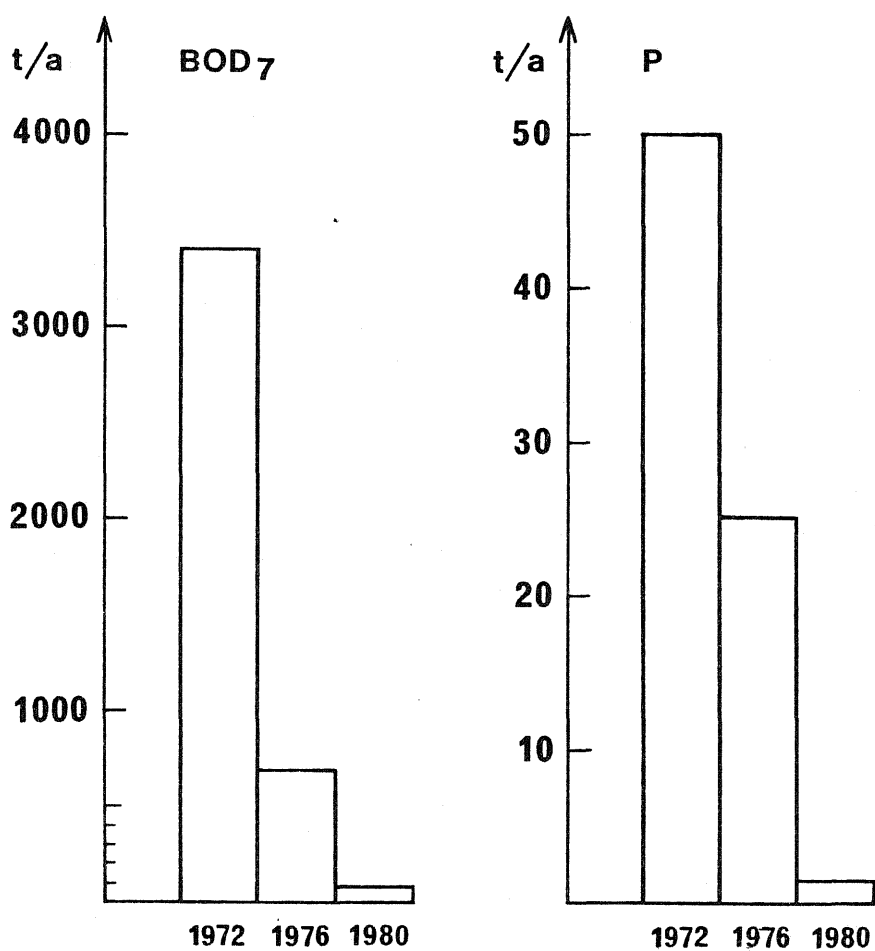
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Sisäiset toimen- piteet	350	1980	1540	380	840	1340	610	1130	2920
Puhdistamot ja viemärit	670	640	1430	2070	1580	1540	750	760	70
Liittymismaksut	7	500	350	629	2359	1250	838	98	-
Yhteensä	1027	3030	3320	3179	3879	4130	2198	1988	2990

6.4 LUPAVELVOITTEET

Vesihallituksen asettamat tavoitteet tekstiiliteollisuuden
jätevesikuormitukselle vuodelle 1980 alitettiin jo vuonna
1978. Tavoiteohjelmassa esitettyjä suuntaviivoja on käytän-
nössä noudatettu joskin aikaisemmin lupaavalta näyttänyt
aktiivihiilisuodatus on toteutettu ainoastaan yhdellä
tehtaalla.

Kuva 6.2

TEKSTIILITEHTAIDEN AIHEUTTAMA JÄTEVESIKUORMITUS



Viidellä tekstiilitehtaalla on vesioikeuden lupa jätevesien johtamiseen. Näistä kolme on jättänyt uudet hakemukset vuosina 1980 ja 1981. Yhden tehtaan on jätettävä uusi hakemus vuonna 1986 ja yhden tehtaan lupa on voimassa toistaiseksi. Kolme tehdasta toimii ennakoilmoituksen varassa.

1970-luvun alkupuoliskolla lupavelvoitteiksi ei esitetty täsmällisiä kuormituksen enimmäismääriä. Nyt voimassa olevissa lupapäätöksissä on asetettu raja-arvot mm. BOD₇-reduktiolle (60 ja 90 %) ja jäännöspitoisuudelle (35 ja 70 mg/l) sekä fosforin jäännöspitoisuudelle (0,8 ja 3 mg/l). Uusimmissa päätöksissä sanotaan lisäksi että tuotantoprosessissa muodostuvia jäännösväirejä ja -apuaaineita ei saa päästää jätevesiin. Edelleen sanotaan mm., että luvan saajan on tutkittava mahdollisuuksia vähentää kuormitusta tuotantoprosessissa käytettävien aineiden valinnalla.

Prosessivedet sisältävät kuitenkin runsaasti erilaisia väriaineita, tensidejä ja muita apuaaineita, jotka ovat biologisesti vaikeasti hajoavia ja sisältävät mm. metalleja ja tyyppä. Limantorjuntaan käytetään myös kloorattuja yhdisteitä.

7 N A H K A T E O L L I S U U S

7.1 TOIMIPAIKAT, TUOTANNOT JA JÄTEVESIKUORMITUS

Vuonna 1980 maassamme oli toiminnassa 21 nahkatehdasta ja 4 erillistä turkismuokkaamo (kuva 7.1). Vuosina 1977-1980 kuusi pientä laitosta lopetti toimintansa. Voimakasta keskittymistä ja rationalisointia näkyy myös työntekijöiden vähenemisellä vuodesta 1976 vuoteen 1980 noin puoleen.

Tuotannon kehitys vuosina 1976-1981 on esitetty kuvassa 7.2. Kuvaan 7.2 ei sisälly turkispintaisen nahan tuotanto eikä siihen käytettyjen turkisvuotien määrä. Vesihallituksen keräämien tietojen mukaan jalostettujen turkisvuotien määrä oli vuonna 1980 noin 1,8 milj.kg eli noin 10 % nahan tuotannossa käytetystä raakavuotien määrästä. Nahkatehtaiden kapasiteetin käyttöasteesta ei ole kaikkia tehtaita kattavaa tietoa.

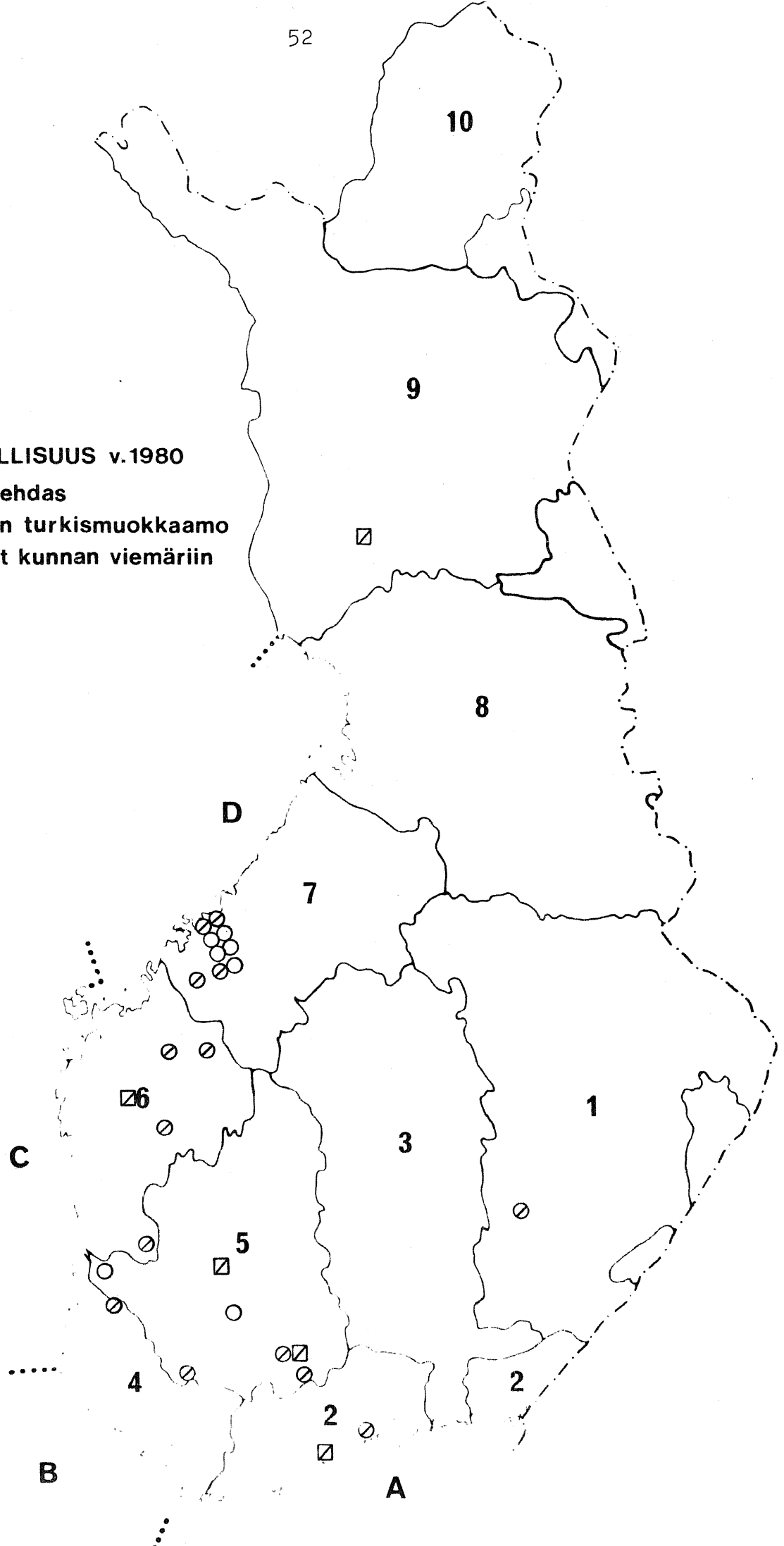
Esiparkitun nahan käyttö vähentää oleellisesti jätevesikuormitusta. Eräät pienet nahkatehtaat ovat siirtyneet käyttämään esiparkittua nahkaa, mutta koska suuret nahkatehtaat käyttävät pääasiassa raakavuotia, on tästä johtuen jätevesikuormituksen pienentyminen ollut vähäistä.

Nahkateollisuuden jätevesikuormitus on esitetty kuvassa 7.3.

Kuva 7.1

NAHKATEOLLISUUS v.1980

- nahkatehdas
- erillinen turkismuokkaamo
- ⊙ liittynyt kunnan viemäriin



7.2 VESIENSUOJELUTOIMET

Nahkatehtailla ensimmäinen vesiensuojelutoimenpide on yleensä ollut veden käytön vähentäminen. Siirtyminen vastavirtahuuhdteluun ja muu veden uudelleenkäyttö ovat olleet esimerkkejä toteutetuista veden säästötoimenpiteistä. Prosessiveden käyttö oli vuonna 1980 nahkatehtailla keskimäärin 34 m³ raakavuotatonnia kohden ja turkismuokkaamoilla vastaava luku 79 m³/t.

Esiparkittujen vuotien jatkokäsittelyssä vedenkäyttö on noin 30-50 % raakavuotien edellyttämästä vedenkäytöstä. Tällä on ollut myös jätevesikuormitusta pienentävää vaikutusta.

Jätevesien biologinen käsittely on toteutettu tai on toteutumassa kaikilla nahkatehtailla joko rakentamalla oma aktiivilietelaitos tai liittymällä yleiseen viemärilaitokseen. Kolmen viimeisen puhdistamotta toimineen nahkatehtaan aktiivilietelaitokset tulevat vaatimusten mukaan valmistumaan vuosina 1982-1984.

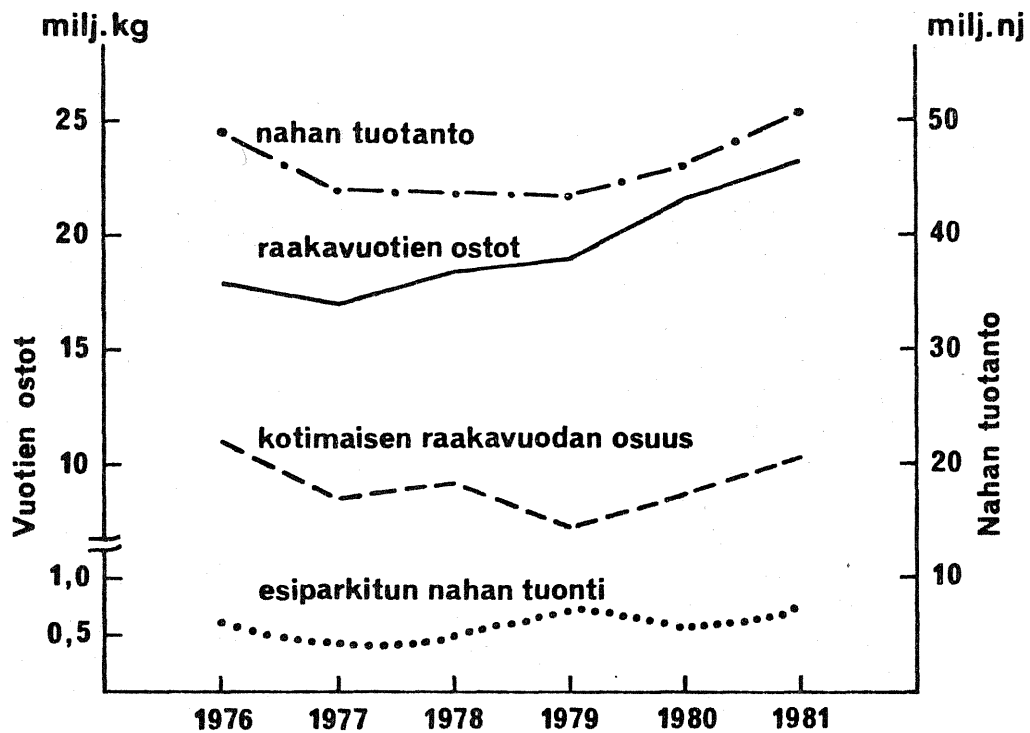
Biologisen puhdistamon sisäänajo on kaikilla tehtailla vaatinut paljon kokeilua ja lisätoimenpiteitä ennen kuin puhdistamo on saatu toimimaan halutulla tavalla. Tarpeellisia lisätoimenpiteitä ovat olleet mm. kiintoaineen tehostettu talteenotto, tasauskapasiteetin lisäys, kromin talteenotto, sulfidien kemiallinen saostus, pH:n säätö ja fosforin lisäys.

Eräillä kunnallisilla puhdistamoilla on ollut käyttöhäiriöitä nahkatehtaiden jätevesien takia. Näissä tapauksissa erityisesti huomiota on kiinnitettävä mekaanisen esikäsittelyn riittävyys, kuormitusvaihteluiden tasaukseen, sulfidipitoisuuden alentamiseen ja lietteen hyötykäyttöä haittaavan kromin poistoon.

7.3 VESIENSUOJELUINVESTOINNIT

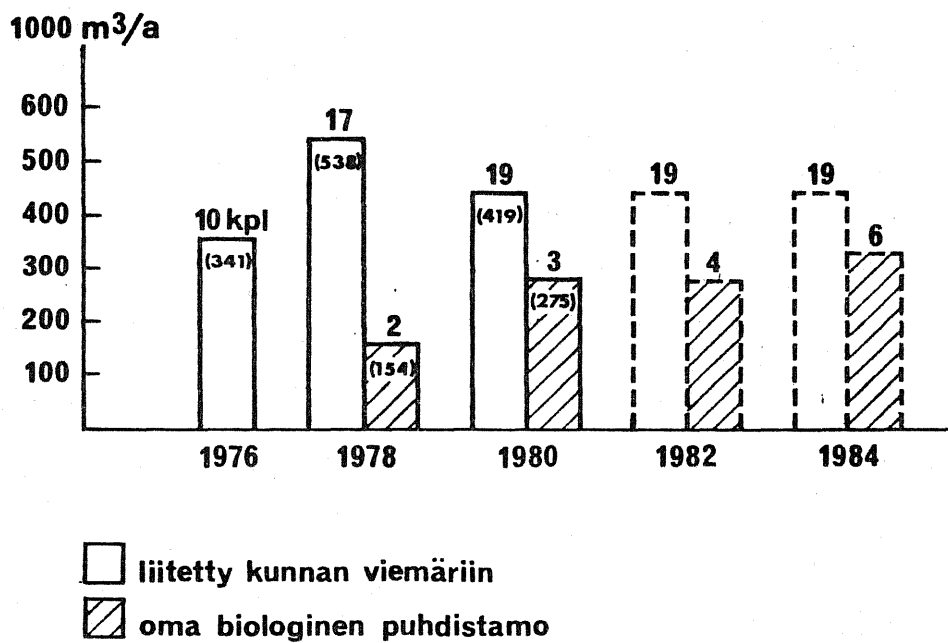
Nahka- ja turkisteollisuus on vuosina 1972-1980 investoinut vesiensuojeluun seuraavan asetelman osoittamat määrät (1000 mk):

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Sisäiset toimenpiteet	300	80	1290	420	870	680	420	140	400
Puhdistamot ja viemärit	300	170	450	700	240	760	1370	1280	1780
Liittymismaksut	-	-	70	-	-	70	-	-	-
Yhteensä	600	250	1810	1120	1110	1510	1790	1420	2180



Kuva 7.2

VUOTIEN OSTOT JA NAHAN TUOTANTO vv. 1976 – 1981



Kuva 7.3

NAHKATEHTAIDEN JA TURKISMUOKKAAMOIDEN JÄTEVESIEN KÄSITTELY

7.4 LUPAVELVOITTEET

1970-luvun alkupuoliskolla vesihallituksen periaateohjelmaa tehtäessä odotettiin vesiensuojelunäkökohtien aikaansaavan ratkaisevia muutoksia nahan tuotantotekniikassa. Suositeltiin jätevesien biologista puhdistamista ja oletettiin nahkatehtaiden liittyvän yleisiin viemärilaitoksiin vaihtoehtona omalle aktiivilietelaitokselle. Prosessitekniisiä parannuksia ja ulkoista puhdistusta käyttämällä katsottiin voitavan alentaa BOD₇-kuormitusta vuoteen 1980 mennessä asumajätevesien käsittelyä vastaavalle tasolle.

Käytännössä toiminta on hyvin pitkälle noudattanut 1970-luvun alkupuolella esitettyjä suuntaviivoja. Karvontaprosesseista tulevan kuormituksen vähentämiseen tähtäävät suunnitelmat eivät tosin ole toteutuneet, mutta muilla periaateohjelmassa esitetyillä toimenpiteillä on saavutettu vuoden 1980 keskimääräiselle päiväkuormitukselle asetetut tavoitteet. Sen sijaan nahkatehtaiden puhdistamoiden BOD₇-arvon jäännöspitoisuus on jäänyt asumajätevesien vastaavaa pitoisuutta korkeammalle tasolle.

Annettujen vesioikeuden päätösten lupaehdoissa on BOD₇-arvon enimmäismääräksi asetettu 50-75 mg/l ja BOD₇:n vuorokausikuormitukselle asetetut vaatimukset vastaavat 2,5 - 4,0 kg jalostettua raakavuotatonnia kohden laitoksen toimiessa täydellä kapasiteetilla. Tiukemmat vaatimukset on esitetty suurimmille laitoksille. Päätöksissä on myös edellytetty vesistöön joutuvan typpi-, kromi- ja sulfidikuormituksen sekä muun haitallisen aineen rajoittamista niin vähäiseksi kuin se kohtuullisin kustannuksin on mahdollista. Tehtaiden on jätettävä vesioikeudelle uusi hakemus yleensä 6-7 vuotta päätöksen antamisesta.

8 VESIENSUOJELUN TUTKIMUSTARVE

8.1 METSÄTEOLLISUUS

8.11 Tutkimustilanne 1970- ja 1980 lukujen vaihteessa

Metsäteollisuus on luonteeltaan varsin konservatiivista ja tutkimuspanos on tällä teollisuuden alalla kokonaisuutenaakin ottaen varsin alhainen. Vesiensuojelun osalta tutkimus tulisi kohdistaa sellun valkaisuun, jossa on lupaavia kehitysmahdollisuuksia todettu viime vuosina. Happivalkaisua on tutkittu varsin runsaasti ja se vaatii edelleen huomiota osakseen. Erityisesti näin on keskisakeushappivalkaisun osalta. Eräs mahdollinen kehitystrendi on kloorin korvaaminen täysin muilla valkaisukemikaaleilla, kuten hapella, otsonilla, peroksidilla, alkalilla ja lisäksi klooridioksidilla.

Teollisuusjätevesiin liittyvän tutkimuksen volyymiä arvioitiin SITRAN Teollisuuden jätevesiprojektin esitutkimuksessa vuonna 1978. Jätevesikuorman alentamiseen tähtäävää tutkimus- ja tuotekehitystyötä arvioitiin tehtävän noin 20 miljoonalla markalla, josta julkisen sektorin osuus oli n. 5 mmk. Pääosa v. 1978 jätevesikuorman alentamiseen tähtäävästä tutkimuksesta kohdistui prosessitekniikan kehittelyyn. Arvio on osin epätarkka johtuen kohdentamis- ja rajaamisongelmista. Jätevesikuorman vähentäminen on usein vain yksi prosessitekniikan kehittelyn tavoitteista. Jätevesien puhdistustekniikan tutkimusta tapahtui lähinnä vesihallinnossa sekä korkeakouluissa ja yliopistoissa. Vesihallinnon osuus oli n. 0,7 mmk.

Vuosina 1978-81 toteutetussa SITRAN Teollisuuden jätevesiprojektissa käsiteltiin metsäteollisuuden jätevesikysymyksiä. Puhdistusmenetelmien osalta projekti oli enemmän nykyisin käytössä olevien ulkoisten puhdistusmenetelmien toiminnan selvittäminen kuin menetelmien kehittäminen. Jäteveden selkeyttämöiden todettiin toimivan suhteellisen hyvin. Sen sijaan ilmastettujen lammikoiden toiminnassa oli puutetta. Varsinainen menetelmän kehittämistutkimus oli osaprojekti, joka käsitteli fosforin käytön vähentämismahdollisuuksia aktiivilieteprosessissa kierrättämällä fosforia prosessissa.

Tällä hetkellä metsäteollisuuden jätevesipuhdistustekniikan tutkimuksen volyymi on ehkä jonkun verran aikaisempaa suurempi. Tämä johtuu lähinnä Oy Tampella Ab:n ja Enso-Gutzeit Osakeyhtiöiden melko mittavista anaerobisen puhdistustekniikkaan liittyvistä tuotekehittelyhankkeista. Myös aerobisten biologisten suotimien osalta on tapahtunut viime aikoina tuotekehittelyä täytemateriaalien osalta.

Vesihallinnon osuus on pysynyt suurin piirtein ennallaan eli n. 0,5-0,7 mmk/v. Vesihallinnossa puhdistustekniikan tutkimusta tekevät teknillinen tutkimustoimisto sekä vesipiirien vesitoimistot; viime vuosina erityisesti Kymen ja Tampereen vesipiirien vesitoimistot. Myös teollisuustoimisto tekee tutkimusluonteisia selvityksiä mm. jäteveden puhdistuksen kustannuksista. Tänä vuonna tehdään kokeita myös Kuopion vesipiirissä sekä lähivuosina ilmeisesti myös Lapin vesipiirissä. Tutkittavina menetelminä ovat aerobiset ja anaerobiset biologiset puhdistusmenetelmät.

Helsingin teknillisen korkeakoulun puunjalostusosastolla on meneillään kauppa- ja teollisuusministeriön rahoittama tutkimus, jossa kokeillaan anaerobisia sekä aerobisia suodattamia erilaisille teollisuusjätevesille, kuten esim. meijerijätevesille ja puunjalostusteollisuuden jätevesille. Helsingin yliopiston yleisen mikrobiologian laitoksella tutkitaan Enso-Fenox -menetelmän soveltuvuutta erilaisille jätevesille. Kokeiltavana on jätevesiä mm. seuraavista prosesseista: valkaisu, kuorimo, kuumahierre ja puolikemiallinen kuumahierre.

Tampereen teknillisen korkeakoulun vesitekniikan laboratoriossa tehdään sekä aerobisia että anaerobisia puhdistuskokeita erilaisille puunjalostusteollisuuden jätevesille. Kuopion korkeakoulun ympäristöhygienian laitoksella ollaan aloittamassa puhdistuskokeita. Painopisteenä tulee olemaan mikrobiologiaan ja toksisuuteen liittyvät kysymykset. Myös Åbo Akademin puunjalostuksen laitos on tehnyt aiheeseen liittyviä tutkimuksia.

Oy Keskuslaboratorio on keskittynyt pääasiassa prosessitekniikan kehittämiseen. 1970-luvulla onkin tehty paljon tutkimustyötä prosessien kehittämiseksi sekä vesiensuojelun kannalta paremmaksi että energiaa ja puuraaka-ainetta säästäviksi. Vesihallituksella ja Oy Keskuslaboratoriolla on yhteistyösopimus, jonka puitteissa on tarkoitus aloittaa myös puhdistustekniikan tutkimukset.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen reaktorilaboratorio on tehnyt merkkiainekokeita nykyisillä selkeyttämöillä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus on kohdistanut tutkimuksensa pääasiassa muun teollisuuden jätevesien käsittelyyn.

8.12 Kehitysnäkymät ja tutkimustarpeet

Orgaanisen aineen vähentämisessä ulkoisilla menetelmillä on metsäteollisuudella käytettävissään "perusratkaisuna" erilaisia aerobisia biologisia puhdistusmenetelmiä, kuten aktiivilietemenetelmä, biologinen suodin ja ilmastettu lammikko. Näistä meillä toistaiseksi on sovellettu ilmastettua lammikkoa ja biologista suodinta. Aktiivilietemenetelmän soveltamisen esteenä voidaan katsoa olevan ravinteiden lisäystarve prosessiin, mikä ilman kemiallista jälkisaostusta nostaa poistoveden ravinnepitoisuutta. Aktiivilieteyksikkö lisättynä jälkisaostuksella olisi ratkaisuna ilmeisen tehokas, mutta samalla kallis sekä investointi- että käyttökustannuksiltaan. Ravinteiden suhteen ilmastettu lammikko on edullisempi ratkaisu, mutta orgaanisen aineen kannalta huomattavasti heikompi. Lisäksi ilmastettua lammikkoa käytettäessä yleensä kiintoainekuormitus kasvaa.

Tutkimuksen painopisteen tulisi olla aerobisten biologisten menetelmien käyttötalouden parantamisessa ja ravinneongelman ratkaisemisessa. Aktiivilietemenetelmässä on lisäksi erityisenä ongelmana syntyvän lietteen käsittely- ja käyttökysymykset. Biologiset suotimet ovat Suomessakin koetoiminnan kohteena. Erilaisten suotimien täyteaineiden soveltuvuutta on selvitetty. Suotimet vaativat vähemmän ravinnelisiä kuin aktiivilietemenetelmä. Mikäli prosessitekniikan kehitys johtaa jätevesijakeiden väkevytymiseen kuten oletetaan, soveltuisivat biologiset suotimet hyvin esikäsittelymenetelmiksi. Aerobisten biologisten menetelmien tutkimusta tulisi suunnata enenevässä määrin tehdas- ja jätevesikohtaisiin selvityksiin.

Aerobisten menetelmien rinnalle on kehitteillä ns. anaerobisia menetelmiä. Tutkimus ja tuotekehitystyö niiden suhteen on tällä hetkellä sekä meillä että muualla maailmassa varsin vilkasta. Koetoimintaa tapahtuu myös teknisessä mittakavassa (Oy Tampella Ab). Anaerobisilla menetelmillä pyritään lähinnä käyttökustannusten radikaaliin vähentämiseen.

Investointikustannukset olisivat tämän hetken arvion mukaan suurin piirtein samaa luokkaa vastaavan tehoisten aerobisten menetelmien kanssa. Säästöjä käyttökustannuksissa syntyisi siitä, että ilmastusenergiaa ei tarvita, ylijäämälietteen tuotto on vähäinen, syntyvää biokaasua voidaan käyttää energian lähteenä ja ravinteiden tarve on pieni. Tutkimuksen kohteena ovat mm. anaerobiset suotimet, kontaktiprosessit sekä leijukerrosreaktorit. Joidenkin menetelmien soveltuvuudesta saataneen käsitys jo lähiaikoina. Anaerobisten menetelmien käyttöön ottoa suosisi myös todennäköinen prosessitekniikan kehitys, mikä johtaa jätevesijakeiden väkevoitymiseen ja lämpötilan kohoamiseen. Myös erilaiset anaerobisten ja aerobisten menetelmien yhdistelmät ovat mielenkiintoisia. Samoin on painotettava pyrkimystä tuotannollisesti hyödynnettävään biologiseen prosessiin jätteiden käsittelyssä.

Tärkeäksi kriteeriksi puhdistusmenetelmien valinnassa tulee nousemaan puhdistusmenetelmän myrkyllisyyden poistoteho. Tavanomaiset aerobiset biologiset menetelmät poistavat joitain myrkkyy-yhdisteitä, kuten esim. hartsihappoja varsin hyvin. Mitoituksella (ilmastuaika, lietteen ikä) saattaa olla suuri merkitys myrkyllisyyden poistoon. Selvityksiä Suomessa on tehty toistaiseksi kovin vähän. Valkaisuprosessissa syntyvien kloorattujen fenolien väheneminen tavanomaisissa aerobisissa menetelmissä on nykykäsityksen mukaan vähäinen (n. 30 %). Kloorattujen fenolien poistamiseksi on Suomessa kehitetty spesifinen anoxinen mikrobikanta (Enso-Fenox -menetelmä), jolla päästäneen huomattavasti parempiin tuloksiin. Menetelmän tehosta täysmittakaavaisena saadaan tulokset lähiaikoina.

Biologisilla menetelmillä ei tunnetusti pystytä poistamaan veden väriä eikä pystytä hajoittamaan sanottavasti ligniini-yhdisteitä. Näiden poistamiseksi olisi käytettävä muita menetelmiä, kuten esimerkiksi erilaiset saostusmenetelmät, ultrasuodatus, ioninvaihto jne. Pääosa väristä on peräisin valkaisimosta, joten näiden menetelmien käyttö koskisi lähinnä valkaisuvesien erillispuhdistusta. Kemiallisessa saostuksessa tulee ongelmaksi suuret lietemäärät ja lietteen kuivaus. Näitä menetelmiä kehitellään eri puolilla maailmaa. Teknisen mittakaavan sovellutuksia on kuitenkin melko vähän, joten niiden käyttöön ottoon kulunee vielä melkoisesti aikaa. Todennäköisempänä vaihtoehtona onkin valkaisuprosessien kehittäminen vähemmän väriä aiheuttaviksi. Sillä on myös merkitystä valkaisujätevesien myrkyllisyyteen.

8.2 JÄTEVESIEN KÄSITTELYN TUTKIMUSTILANNE JA -TARVE MUUN TEOLLISUUDEN OSALTA

Biologisen puhdistuksen tai muun tavanomaisen puhdistusmenetelmän soveltaminen teollisuusjätevesiin on usein ongelmallista koska jätevesien määrän ja laadun hetkelliset vaihtelut voivat olla suuria ja koska jätevesissä usein on puhdistusprosessia haittaavia aineita. Puhdistamon käytölle voi näistä seikoista aiheutua suuriakin hankaluuksia. Muun muassa tästä johtuen on pyritty soveltamaan teollisuudessa muualla yleisesti käytettyjä tunnettuja fysikaalisia ja kemiallisia prosesseja myös jätevesien käsittelyyn. Sitran TESI-projektissa näistä käytettiin nimitystä "uudet teollisuusjätevesien puhdistusmenetelmät", johtuen niiden toistaiseksi vähäisistä sovellutuksista jätevesien käsittelyssä.

Näitä menetelmiä ovat mm:

- kalvoerotusmenetelmät (ultrasuodatus, käänteisosmoosi ja elektrodialyyssi)
- ioninvaihto
- neste-nesteuutto
- kemiallinen hapetus
- elektrolyysi
- magneettiset erotusmenetelmät
- elektrolyyttinen flotaatio.

Biologisista menetelmistä voidaan anaerobiset menetelmät laskea kuuluvaksi tähän ryhmään, koska myös niiden sovellutukset ovat toistaiseksi vähäisiä.

Tähänastisissa sovellutuksista mainittakoon mm. ioninvaihtimien käyttö kloori-alkalitehtaan jätevesille. Magneettista erotusta on sovellettu terästehtaan rauta- ja öljypitoisten jätevesien käsittelyssä. Anaerobisia menetelmiä on sovellettu elintarviketeollisuudessa viinatehtaan ja perunajauhotehtaan jätevesille. Sokeriteollisuudessa on rakenteilla kaksi anaerobista puhdistuslaitosta.

Tutkimustilanne

Verrattuna esim. asumajätevesien ja metsäteollisuuden jätevesien käsittelyyn on tutkimus muun teollisuuden osalta jäänyt vähäiseksi.

Anaerobisten menetelmien soveltuvuutta tutkitaan TKK:ssa puunjalostusteollisuuden jätevesien lisäksi erityisesti elintarviketeollisuuden, kuten esim. meijeri- ja teurastamojätevesille.

VTT:n kemian laboratoriossa on tutkittu ultrasuodatuksen ja käänteisosmoosin soveltuvuutta mm. elintarviketeollisuuden jätevesille. Ultrasuodatusta on tutkittu myös TTK:ssa ja Oulun yliopistossa.

VTT:n kemian laboratoriossa on yhteistyössä TTK:n kylmä-laboratorion kanssa tutkittu magneettista erotusmentelmää.

Teollisuuslaitoskohtaiset soveltavat kokeet ovat jääneet pääasiassa yritysten ja laitevalmistajien tai -toimittajien huoleksi.

Tutkimustarve

Nykyisin ko. menetelmät (anaerobista menetelmää lukuunottamatta) ovat suhteellisen kalliita. Silti niitä ilmeisesti joudutaan soveltamaan jo lähiaikoina eräisiin ongelmajätevesiin.

Menetelmien kilpailukyky paranee tulevaisuudessa vaatimusten kasvaessa. Raaka-aineen talteenotolla on myös kasvava merkitys tulevaisuudessa.

Tulevaisuudessa käyttöönottoa silmälläpitäen olisi tänään syytä tehdä jätevesikohtaisia tutkimuksia. Menetelmien tutkimusvaiheesta varsinaiseen käyttöönottoon kuluu tunnetusti melko kauan aikaa (3-8 v).

Taulukossa 8.1 on esitetty eri teollisuudenalojen mahdollisia sovellutuskohteita (Sitran TESI 6 raportin mukaan "Uudet teollisuusjätevesien puhdistusmenetelmät").

Taulukko 8.1

SUOMEN OLOIHIN SOVELTUVIA UUSIA PUHDISTUS-
MENETELMIÄ JA NIIDEN SOVELLUSKOhteITA

JÄTEVESI	EPÄPUHTAUKSIEN LAATU	UUSI PUHDISTUS- MENETELMÄ	HUOMAUTUKSIA
PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS			
- selluteollisuuden valkaisun jätevedet	Liuenneet orgaaniset aineet, klooratut hiilivedyt	Ultrasuodatus	Kokeiluissa saatu 95 % väriainesta pois. BHK-reduktio noin 40 % ja KHK-reduktio noin 90 %
		Ioninvaihto	Tutkimusasteella (Ruotsi, USA).
- paperi- ja kartonki- tehtaan jätevedet	Kiintoaineet ja orgaaniset aineet	Elektrodialyysi	Tutkittu, edelleen tutkimustarvetta.
- muut jätevedet		Käänteisosmoosi	Haihduttamon lauhdeista etikkahappo talteen.
		Neste-nesteuutto	Etikkahapon talteenotto lauhdeista mahdollinen.
		Anaerobinen menetelmä	Tutkittu soveltuvuutta väkevien jätevesijakeiden käsittelyssä (Ruotsi)
METALLITEOLLISUUS			
- pintakäsittely- laitosten jätevedet	Raskasmetallit ja/tai kemikaali	Käänteisosmoosi	Etenkin nikkeli ja kupari talteen huuhteluvesistä.
		Elektrodialyysi	Eri raskasmetallien talteenotto huuhteluvesistä; peittauksessa käytetty rikkihappo talteen pesuvesistä.
		Ioninvaihto	Eri raskasmetallien talteenotto tehokkaasti kylpyliuoksista ja huuhteluvesistä.
		Neste-nesteuutto	Syanidit, sinkki, kadmium ja kromi.
		Kemiallinen hapetus	Syanidit (otsoni, vetyperoksidi), nitriitti, sinkki, kadmium ja (vetyperoksidi)
		Elektrolyysi	Eri raskasmetallien talteenotto, erityisesti kuparin ja syanidin hapettuminen.
- öljyiset metalleja sisältävät jätevedet	Öljyt, raskasmetallit	Ultrasuodatus	Laimeiden öljy-vesiemulsioiden (2-10 %) konsentrointi (<50 %) vesi pois 90-95-%:isesä öljyn jäännöspitoisuus vedessä alle 10 mg/l.
		Suurgradientti- menetelmä	Öljyemulsioiden käsittelyssä päästy alle 10 mg/l öljyn jäännöspitoisuuteen.
		Elektrolyyttinen flotaatio	Sovellettu Suomessa eräissä laitoksissa öljyisten jätevesien käsittelyyn. Öljypitoisuus saatu alennetuksi 40 mg:sta/l 10 mg:aan/l.
ELINTARVIKETEOLLISUUDEN JÄTEVEDET			
	Orgaaniset aineet	Ultrasuodatus ja käänteisosmoosi	Esim. meijereiden ja tärkkelystehtaiden jätevedet.
		Elektrodialyysi	Proteiinin talteenotto kalankäsittelytehtailta mahdollista.
		Ioninvaihto	Esim. teurastamoissa jätevesien proteiinipitoisuuden pienentäminen tavanomaisen käsittelyn jälkeen.
		Elektrolyyttinen flotaatio	Lihateollisuuden jätevesien sisältämien suspendoituneiden kiintoaineiden vähentäminen.
		Anaerobinen menetelmä	Lihanjalostusteollisuuden, meijereiden ja panimoiden jätevesien BHK-arvon pienentäminen.

Taulukko 8.1
jatkuu ...

JÄTEVESI	EPÄPUHTAUKSIEN LAATU	UUSI PUHDISTUS- MENETELMÄ	HUOMAUTUKSIA
KEMIAN TEOLLISUUDEN JÄTEVEDET	Orgaaniset ja epä- orgaaniset aineet	Ultrasuodatus	Lateksien konsentrointi pesuvesistä; väri- aineiden talteenotto.
		Käänteisosmoosi	Erilaisten orgaanisten aineiden (mm. kasvi- ja hyönteismyrkyt) erotus jätevesistä.
		Ioninvaihto	Lannoitetehtaissa jätevesien typpipitoisuu- den pienentäminen; elohopean poisto kloori- alkalitehtaiden jätevesistä (loppupitoi- suuksiin 0,1...5 µg/l).
		Neste-nesteuutto	Erilaisten orgaanisten happojen ja liuotli- mien poisto; fenoli-formaldehydihartsi- prosessin jätevesien käsittely; nitraattien erotus.
		Kemiallinen hapetus	Myrkyllisten torjunta-aineiden käsittely otsonilla tai märkäpolttomenetelmällä.
PETROKEMIAN TEOLLISUUDEN JA ÖLJYNJALOSTUKSEN JÄTEVEDET	Liuottimet, öljyt, klooratut hiili- vedyt, yms.	Neste-nesteuutto	Petrokemian tehtaiden lauhdevesien käsittely; styreenitehtaiden jätevesien käsittely; öljyn- jalostamoiden fenolipitoisten jätevesien käsittely.
		Kemiallinen hapetus	Kloorattujen hiilivetyjen käsittely otsonilla tai märkäpoltolla; fenolisten jätevesien käsittely vetyperoksidilla.
TEKSTIILITEOLLISUUDEN	Rasvat, öljyt, pesu- aineet, väriaineet, raskasmetallit	Ultrasuodatus	Rasvan poisto (n. 95-%:isesti) villan pesu- liuoksesta, liistausaineiden talteenotto.
		Käänteisosmoosi	Pesuaiineiden, suolojen ja värin poisto yli 80-%:isesti; akrylikuituteollisuuden jäte- vesien käsittely.
		Elektrodialyysi	Typpihapon talteenotto akrylikuitutehtaiden jätevesistä.
		Ioninvaihto	Värjäämön jätevesien puhdistus.
		Elektrolyysi	Raskasmetallien ja väriaineiden poisto.
		Elektrolyyttinen flotaatio	Väriaineiden poisto.
NAHKATEOLLISUUDEN JÄTEVEDET	Kromi, hapot ja orgaaniset aineet	Käänteisosmoosi	Soveltaminen mahdollista.
		Ioninvaihto	Kromisuolojen talteenotto.
	Sulfidit ja orgaaniset aineet	Käänteisosmoosi	Soveltaminen mahdollista.
		Kemiallinen hapetus	Sulfidien hapetus.

9 T I I V I S T E L M Ä

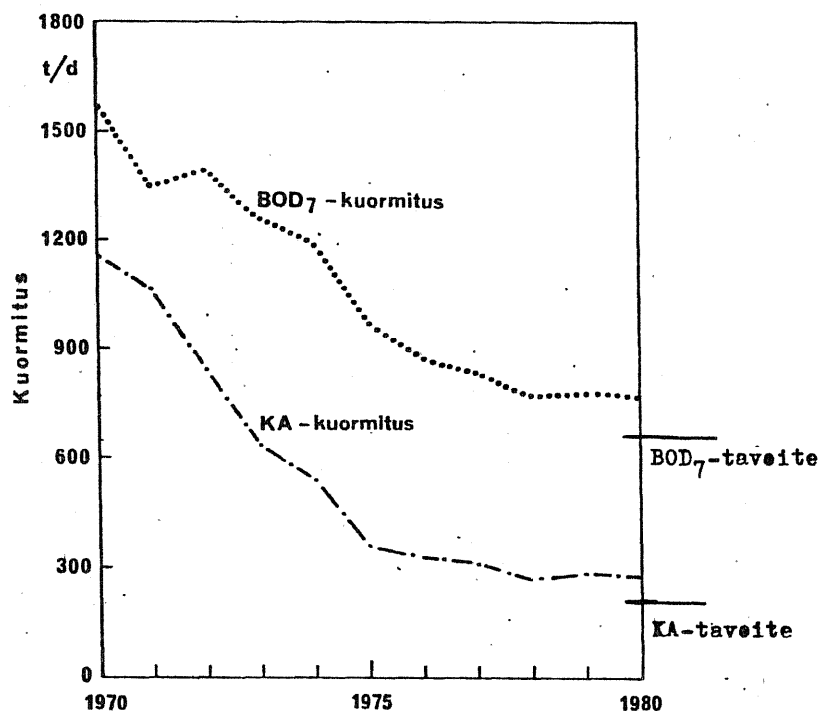
Käsillä olevassa teollisuuden vesiensuojelun nykytilaa koskevassa selvityksessä tarkastellaan kuutta runsaasti vesistöjä kuormittavaa teollisuudenalaa. Muilla teollisuudenaloilla ei ole yhtä runsaasti vettä käyttäviä ja jätevetensä omassa viemärissään vesistöön johtavia teollisuuslaitoksia.

Metsäteollisuus

Massa- ja paperiteollisuus aiheuttaa edelleenkin valtaosan vesistöjemme jätevesikuormituksesta. Sen tuotantomäärät on 1970-luvulla yleisesti ottaen lisääntynyt, mutta sulfiittisellun valmistus on vähentynyt useiden alan tehtaiden lopettua toimintansa kannattamattomina. Valkaistun sulfaattisellun sekä paperin valmistus on sen sijaan lisääntynyt, paperin osalta lisäys oli vuodesta 1970 vuoteen 1980 noin 50 prosenttia.

Metsäteollisuuden 56 eri puolilla maata sijaitsevista tehtaista 34 on aiheuttamansa vesistöjen hapenkuormituksen (BOD_7) perusteella huomattavan suuria vesistöjen kuormittajia ($BOD_7 \geq 5$ t/d). Koko metsäteollisuuden BOD_7 -kuormitus on alentunut vuodesta 1970 vuoteen 1980 noin 50 prosenttia. Kaikilla päävesistöalueilla on tapahtunut yleisesti ottaen huomattavaa kuormituksen kevenemistä joskin vuoden 1976 lama ja vuoden 1980 huipputuotanto ovat aiheuttaneet eräin paikoin kuormituksen kohoamista sanotulla aikavälillä. Metsäteollisuuden BOD_7 ja kiintoainekuormitus 1970 luvulla ilmenevät allaolevasta kuvasta 9.1.

Kuva 9.1. Metsäteollisuuden jätevesien kiintoaineen ja BOD_7 :n kehitys v. 1970-1980 sekä vesihallituksen näille kuormituksille asettamat tavoitteet v. 1980.



Kuva 9.1

Vesiensuojelutoimenpiteet ovat 1970-luvulla olleet suureksi osaksi tuotantoprosessin kehittämistoimia. Puukäsittelyssä on muutamissa tehtaissa siirrytty kuivakuorintaan, jolla on aikaansaatu n. 40 prosentin BOD₇-vähenemä tässä tuotantovaiheessa. Sellun valmistuksessa on toteutettu jäteliuoksen talteenottoasteen nostoja sekä pahanhajuisia ja myrkyllisten lauhdeiden höyrykäsittelyjä, joissa haitalliset kaasut on poltettu.

Nykyaikaisen sulfaattiselvitystehtaan suurin kuormituslähde on sellun valkaisu. Sen päästöjen vähentämiseksi on Suomessa otettu käyttöön kierrätysjärjestelyjä. Ruotsissa verraten yleisesti käyttöön otettuun valkaisimojen kuormituksen pienentämiseen happivalkaisun avulla ei Suomessa ole toistaiseksi yhdessäkään tehtaassa siirrytty.

Jätevesien puhdistus perustuu nykyisin lähes yksinomaan selkeyttimiin, joita on 43 tehtaassa yhteensä 71 kappaletta. Selkeyttimien avulla voidaan vähentää lähinnä jätevesissä olevaa kiintoainetta. Tutkimusten mukaan vuonna 1978 oli kaikkien selkeyttimien keskimääräinen puhdistusteho kiintoaineen osalta 77 prosenttia. Selkeyttimet vähentävät myös jonkin verran jätevesien hapenkulutus- ja ravinnekuormitusta. Riippuen tuotannon alasta vähenemä on 10-40 prosenttia. Talteensaatu liete viedään yleensä kaatopaikalle.

Jätevesien biologinen puhdistus on metsäteollisuudessa vielä harvinaista. Ilmastettuja lammikoita on kuudella tehtaalla. Puhdistuksessa ei käytetä ravinteita. Puhdistusteho on talvella huomattavasti huonompi kuin kesällä. Keskimääräinen puhdistusteho on ollut kesäisin 50 prosentin luokkaa ja talvisin n. 30 prosenttia. Kaikissa puhdistamoissa esikäsitteilynä selkeytys, kolmessa neutralointi kalkilla.

Muita biologisen puhdistuksen alaan kuuluvia menetelmiä ei juuri ole otettu käyttöön. Biologisia suodattamia on tosin käytössä 2. Anaerobipuhdistus, jota nykyisin intensiivisesti tutkitaan, soveltuu mm. valkaisuvesille ja sitä onkin sovellettu niiden puhdistamiseen täysmittakaavaisesti yhdessä tehtaassa.

Metsäteollisuuden investoinnit vesiensuojeluun olivat korkeimmillaan vuosikymmenen puolivälissä. Nykyisellään ne ovat noin kolmanneksen pienempiä. Metsäteollisuuden investoinnit vesiensuojeluun olivat vuosina 1970-80 1,18 Mrd. mk vuoden 1980 hintatasossa. Tällöin on kysymys ainoastaan eikannattavista investoinneista. Kaikkiaan investoinnit vesiensuojeluun olivat 1,68 Mrd. mk.

Metsäteollisuudelle 1970-luvun alussa esitetyt BOD₇- ja kiintoainekuormaa vuonna 1980 koskevia tavoitteita ei ole saavutettu, kuten ilmenee edellä olevasta kuvasta 9.1. Tavoitteita on jääty jälkeen kiintoaineen osalta 40 ja BOD₇:n osalta 15 %.

Kemian teollisuus

Maamme kemian teollisuuden laitoksista on kolmisenkymmentä huomattavan suuria kuormittajia. Ne ovat öljynjalostamoita

sekä muoveja, lannoitteita, klooria, pigmenttejä, viskoosimassaa ja räjähdysaineita valmistavia tehtaita. Paikallisesti ja huomioon ottaen vesille vaarallisten aineiden käytöstä johtuva vesien pilaantumisvaara, on myös lukuisilla pienemmillä lähinnä lääke- ja liima- ja maalialan tehtailla myös huomattava merkitys.

Öljynjalostamoiden jätevesien öljykuorma on vuosikymmenen kuluessa toteutetuilla teknisesti ja kansainvälisesti katsoen korkeatasoisilla vesiensuojelutoimilla saatu alenemaan murto-osaan entisestä. Myös maamme lannoitetehtaiden ja klooritehtaiden tekniset vesiensuojeluratkaisut ovat kansainvälisesti katsoen hyviä ja jätevesikuormitus pieni. Maamme ainoan titaanidioksidi- ja klooritehtaan erittäin suuret mereen johdettavat happo- ja raskasmetallimäärät ovat vuosina 1976-80 vähentyneet joskaan eivät huomattavasti.

Kemian teollisuuden pienimmät laitokset ovat liittyneet yleiseen viemärilaitokseen. Varsinaista jätevesien puhdistusta on yleensä vain suurimmilla tehtailla. Öljynjalostamoilla se on ollut monipuolista käsittäen mm. mekaanista, kemiallista ja biologista puhdistusta. Klooritehtaiden elohopeapäästöjen vähentämisessä käytetään myös nykyaikaisia puhdistusmenetelmiä.

Elintarviketeollisuus

Valtaosa elintarviketeollisuuden laitoksista on liittynyt yleiseen viemärilaitokseen. Muut ovat lähinnä suurehkoja sokerijuurikasta tai perunaa jalostavia tehtaita, sokeritehtaita sekä Pohjanmaalla rehunsekoittamoita.

Elintarviketeollisuudessa ei tuotannon kasvu ole aiheuttanut vastaavan suuruista vesistökuormituksen kasvua, koska samalla on lisätty raaka-aineiden talteenottoa. Varsinaista jätevesien puhdistusta on lähinnä vain juurikassokeri- ja perunatehtailla. Muilla aloilla se on harvinaisempaa tai koeluontoista.

Vesiensuojelutoimet perunatärkkelysteollisuudessa ovat perustuneet vedenkäytön vähentämiseen kiertojen avulla sekä lammikointiin ja viime vuosina yhä enemmän yleistyneeseen jätevesien sadetukseen. Sokerijuurikasteollisuudessa on käytössä myös erilaisia kierrätysjärjestelyitä selkeytyksineen sekä jätevesien lammikointia seuraavaan käyntikauteen saakka.

Yleiseen viemärilaitokseen liittyneestä parista sadasta meijeristä kolmella on biologinen suodatin jätevesien esikäsittelylaitteena. Niistä harvoista meijereistä, jotka eivät ole yleisessä viemärilaitoksessa, puolet puhdistaa jätevetensä biologisesti.

Kaivannais- ja metalliteollisuus

Suomessa on kaikkiaan 50 kaivosta (1980), joista vesiensuojelun kannalta merkittävimpiä ovat malmikaivokset (15 kpl). Metalliteollisuuden alaan kuuluvista laitoksista ovat vesiensuojelun merkittävimpiä malmikaivosten tuottamia

rikasteita jalostavat kymmenkunta suurta tehdasta ja noin parisataa yleensä pientä metallien käsittelylaitosta.

Teollisuudenalan kuormitus muodostuu lähinnä raskasmetalleista, jotka usein ovat suureksi osaksi kiintoaineena, öljyistä ja syanideistä. Kaivannaisteollisuuden osalta näiden aineiden aiheuttama vesistökuormituksen kasvu on yleisesti ottaen voitu rajoittaa entiselle tasolle tuotannon lisäyksistä huolimatta. Tämä on perustunut vesien kierrätyksen ja puhtaiden vesien erottamiseen likaisista sekä jätevesien allastukseen siihen liittyvine kemiallisine käsittelyineen. Verrattuna metallurgisten tehtaiden aiheuttamaan luonteeltaan samantyyppiseen kuormitukseen on kaivannaisteollisuuden kuormitus vähäistä. Metalliteollisuuden vesistöille aiheuttama kuormitus oli vuonna 1980 raudan osalta 1343 tonnia, kuparin 90 tonnia, kromin 2,6 tonnia, syanidin 5,9 ja öljyjen osalta 120 tonnia. Kuormitusta on pienennetty pääosin sulkemalla vesikiertoja ja toteuttamalla muita prosessin sisäisiä toimia. Jätevesien ulkoista puhdistusta ei yleensä ole muilla kuin rauta- ja terästehtailla.

Tekstiiliteollisuus ja nahkateollisuus

Suomen runsaasta 30 tekstiilitehtaasta vain 7 on enää yleisen viemärilaitoksen ulkopuolella. Niiden aiheuttama vesistöjen jätevesikuormitus biologisen hapenkulutuksen ja ravinteiden osalta on nykyisellään varsin pieni, eikä tämä kuormitus aiheutakaan enää varsinaisia vesistöongelmia, vaan ne johtuvat teollisuuden käyttämistä erilaisista kemikaaleista. Vesiensuojelutoimet ovat olleet prosessin sisäisiä. Jäteveden puhdistamoita, joita nykyisin on 4, ei vuoden 1976 jälkeen ole rakennettu. Yleiseen viemärilaitokseen johdettavien jätevesien esikäsittelynä on yleensä määrän ja laadun tasaus.

Nahkatehtaita ja erillisiä turkismuokkaamoita on 25. Niiden BOD₇-kuorma oli v. 1980 190 tonnia. Vesiensuojelutoimina on toteutettu vesikiertojen sulkemista sekä jätevesien biologista puhdistusta, joka on yleistä ja tapahtuu aktiiviliete-laitoksissa. Eriytyistoimenpiteinä on jouduttu toteuttamaan mm. kromin talteenottoa, sulfidien saostusta ja fosfori lisäystä.

Eri teollisuudenalojen aiheuttama vesistökuormitus v. 1980 ilmenee allaolevasta taulukosta.

Toimiala	Vesistökuormitus (t) v. 1980		
	BOD ₇	Fosfori	Typpi
Metsäteollisuus	262 800	590	3 900
Kemian teollisuus	5 130	64	1 010
Elintarviketeollisuus	4 600	33	320
Tekstiiliteollisuus	60	1	-
Nahka- ja turkisteollisuus	190	1	70
Kaivos- ja metalliteollisuus	32	8	4 691

Teollisuuden investoinnit vesiensuojeluun vuosina 1976 ja 1980 olivat vuoden 1980 hintatasossa seuraavat:

Toimiala	Investoinnit Mmk	
	1976	1980
Metsäteollisuus		
sisäiset toimenpiteet	70,1	61,4
puhdistamot ja viemärit	44,2	35,1
Kemian teollisuus		
sisäiset toimenpiteet	3,6	8,5
puhdistamot ja viemärit	1,2	8,7
Kaivos- ja metalliteollisuus		
sisäiset toimenpiteet	1,2	7,0
puhdistamot ja viemärit	19,3	3,6
Elintarviketeollisuus		
sisäiset toimenpiteet	16,6	5,9
puhdistamot ja viemärit	10,7	10,7
Tekstiiliteollisuus		
sisäiset toimenpiteet	1,2	2,9
puhdistamot ja viemärit	2,2	0,1
Nahka- ja turkisteollisuus		
sisäiset toimenpiteet	1,3	0,4
puhdistamot ja viemärit	0,3	1,8

Vesiensuojeluinvestointien kokonaismäärä 1978 oli vuoden 1980 hintatasossa 171,8 Mmk ja vuonna 1980 vastaavasti 151,6 Mmk. Teollisuuden ilmoittamat liittymismaksut yleisille viemärilaitoksille olivat v. 1976 4,2 Mmk ja v. 1980 0,7 Mmk.

Vesiensuojelua koskeva tutkimus on laajinta metsäteollisuuden alalla, joskin tutkimuspanos on kokonaisuutena tälläkin alalla melko alhainen. Muun teollisuuden osalta tutkimus on jäänyt vähäiseksi. Metsäteollisuuden tärkein tutkimustarve kohdistuu valkaisuun ja sen ratkaisuvaihtoehtoihin kuten esimerkiksi happivalkaisuun ja jätevesien anaerobipuhdistukseen. Muun teollisuuden osalta tutkimusta tarvitaan lähinnä puhdistamojen toimivuuden parantamiseksi ja uusien puhdistusmenetelmien soveltamiseksi.

LÄHDEKIRJALLISUUS:

1. Teollisuuden jätevesiprojekti TESI. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden rahasto 1967. Sarja B. N:o 64. Helsinki 1981.
2. Teollisuuden jätevesiprojekti. Esitutkimus. SITRA. Helsinki 1978.
3. Kemiallisen puunjalostusteollisuuden jätevesien biologisen puhdistuksen mahdollisuudet Suomessa. TESI 4. SITRA.
4. Suomen metsäteollisuuden ilmastetut lammikot. TESI 4.3. SITRA. Helsinki 1981.
5. Uudet teollisuusjätevesien puhdistusmenetelmät TESI 6. SITRA. Helsinki 1980.
6. Jäteveden anaerobisesta käsittelystä. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Vesitekniikka. Tampere 198s.

LIITE. Taulukoita

Taulukko 1. Metsäteollisuuden jätevesikuormitus
vv. 1970 - 1980.

	Jätevesimäärä 1000 m ³ /d	Kiintoaine t/d	BOD ₇ t/d ⁷	Typpi kg/d	Fosfori kg/d
1972	5579	834	1364	14836	2150
1973	5349	654	1242	14073	1753
1974	5243	539	1194	14581	1534
1975	4478	358	941	11202	1358
1976	4400	331	877	10210	1392
1977	3951	295	797	9742	1587
1978	3824	282	752	10433	1602
1979	3714	299	771	10714	1655
1980	3660	288	770	11532	1725

Taulukko 2. Öljynjalostamoiden öljy- ja fenolipäästöt

	1974	1976	1978	1980
Öljy, t/a	68,5	22,4	24,3	15,5
Fenoli, kg/a	1350	1160	1100	1210

Taulukko 3. Kemian teollisuuden jätevesikuormitus

		1972	1976	1978	1980
Fosfori	t P/a	224	56	56	63,8 ¹⁾
Typpi	t N/a	2000	1160	1045	1010 ²⁾
Kromi	t Cr/a	23	66	38	74,7 ³⁾
Rauta	t Fe/a	50500	34500	26700	25100 ³⁾
Nikkeli	t Ni/a	..	20	17	24,8 ³⁾
Kupari	t Cu/a	..	..	8	13,8 ⁴⁾
Sinkki	t Zn/a	..	376	426	215 ⁵⁾
Arsenikki	t As/a	..	..	5	3,91 ⁶⁾
Kadmium	t Cd/a	1,5	..	0,91	0,336 ⁷⁾
Elohopea	t Hg/a	0,55	0,25	0,12	0,105
Lyijy	t Pb/a	..	..	3,3	3,68 ⁵⁾

1) 53 % lannoitetehtailta

2) 50 % lannoitetehtailta, 24 % öljynjalostamoilta, 19 % räjähdysaine- ja viskoosikuitutehtailta

3) 99 % TiO₂-tehtaalta

4) 62 % "

5) 74 % " , 26 % yhdeltä lannoitetehtaalta

6) 99 % yhdeltä lannoitetehtaalta

7) 95 % " "

Taulukko 4. Elintarviketeollisuuden jätevesikuormitus vuosina 1972 - 1980.

	1972	1976	1978	1979	1980
Kiintoaine, t/a	..	1145	2000	1180	1470
BOD ₇ , t/a	14200	5965	4800	4070	4680
Typpi, tN/a	..	265	197	246	314
Fosfori, tP/a	220	42	30	31	33

Taulukko 5. Tekstiiliteollisuuden suoraan vesistöihin johtama kuormitus vv. 1972 - 1980

	1972	1976	1980
BOD ₇ , t/a	3400	680	60
Fosfori, tP/a	50	25	1,4

Taulukko 6. Nahkateollisuuden jätevesikuormitus vv. 1972 - 1981.

	1972	1974	1976	1978	1980	1981
BOD ₇ , t/a	900	760	460	200	190	90
Typpi, tN/a	180	140	110	70	70	74
Fosfori, tP/a	3,4	3,6	1,5	0,8	0,6	0,5
Kromi, tCr/a	35	30	20	7	5,4	6,4

